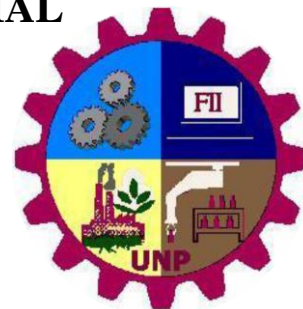


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL EN QUESO CREMA ELABORADO A  
PARTIR DE LECHE DE CABRA POR EL MÉTODO DE PRUEBAS ACELERADAS”**

**PRESENTADO POR:**

**BR. BARDALES FLORES YOBELY ARMANDA**

**ASESOR:**

**DR. ALFREDO LAZARO LUDEÑA GUTIERREZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**TECNOLOGÍA CARNICAS, LÁCTICAS E HIDROBIOLÓGICAS**

**PIURA, PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL EN QUESO CREMA ELABORADO  
A PARTIR DE LECHE DE CABRA POR EL MÉTODO DE PRUEBAS ACELERADAS”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**



---

**YOBELY ARMANDA BARDALES FLORES  
AUTOR**



---

**DR. ALFREDO LAZARO LUDEÑA GUTIERREZ  
ASESOR**



---

**ING. ROBERTO SALAZAR RIOS  
CO-ASESOR**

**PIURA, PERÚ**

**2019**

## **DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo **Br. YOBELY ARMANDA BARDALES FLORES**, identificado con CU/DNI -N° 72456097, egresada de la Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, domiciliada en Av. Circunvalación AA.HH Nueva Esperanza – V Sector Mz.B5 LT.15 del Distrito de Veintiséis de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Celular: 947215134

Email: yobely\_95@hotmail.com

### **“DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL EN QUESO CREMA ELABORADO A PARTIR DE LECHE DE CABRA POR EL MÉTODO DE PRUEBAS ACELERADA”**

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN) es original, no siento copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección de los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo lo siguiente.



Piura: 07-06- 2019

**DNI N° 72456097**

**Artículo 411.-** El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

**Art. 4.-** Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL EN QUESO CREMA ELABORADO A  
PARTIR DE LECHE DE CABRA POR EL MÉTODO DE PRUEBAS ACELERADAS”**

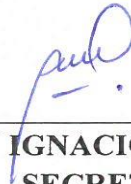
**SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
TECNOLOGÍA CARNICAS, LACTICAS E HIDROBIOLOGICAS**

**JURADO**



---

**DR. NESTOR JAVIER ZAPATA PALACIOS  
PRESIDENTE**



---

**DR. JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA  
SECRETARIO**



---

**MSC. CORINA SANDOVAL MORALES  
VOCAL**

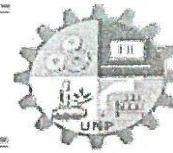
**PIURA, PERÚ**

**2019**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DECANATO



ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

Expediente N° 1345 / 2016

Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 029-CF-FII-UNP-17 de fecha 10/03/2017 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día **22 de Mayo del 2019** a las **02:00 pm**, para evaluar la defensa de la Tesis titulada "**DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL EN QUESO CREMA ELABORADO A PARTIR DE LECHE DE CABRA POR EL MÉTODO DE PRUEBAS ACELERADAS**", presentada por la Bachiller **YOBELY ARMANDA BARDALES FLORES** y asesorada por el **Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ** y co-asesorada por el **Ing. ROBERTO SALAZAR RÍOS**.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara APROBADA para optar el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** con el puntaje de 64 que corresponde al calificativo de BUEENO.

Jurado	Presidente	Secretario	Vocal	Puntaje Promedio
Calificación				
Documento (Max 60 puntos)	36	37	39	37
Sustentación (Max 40 puntos)	26	28	26	27
PUNTAJE TOTAL				64

En consecuencia, la sustentanta queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.

Ciudad Universitaria, 22 de Mayo del 2019



Dr. NÉSTOR JAVIER ZAPATA PALACIOS	Dr. JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA	MSc. CORINA SANDOVAL MORALES
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

**“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD”**

**CARTA DE COMPROMISO DEL ASESOR**

Quien suscribe, **DR. ALFREDO LAZARO LUDENA GUTIERREZ**, con Documento Nacional de Identidad N° **07557252**, mediante la presente manifiesto que he leído y revisado de manera detallada el proyecto de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL EN QUESO CREMA ELABORADO A PARTIR DE LECHE DE CABRA POR EL MÉTODO DE PRUEBAS ACELERADA”** presentado por la tesista: **YOBELY ARMANDA BARDALES FLORES**, identificado con Documento Nacional de Identidad N° **72456097**, estudiante de la Carrera Profesional de **Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias**, para optar el título de **Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias**.

En mi condición de asesor, considero que el mencionado proyecto, cumple con lo establecido en el Reglamento de Tesis para optar el título profesional en la UNP y recomienda su ejecución, por lo que me comprometo a asesorar hasta la sustentación y publicación, si fuera el caso.

Piura-Perú, 07-06- 2019



---

**DR. ALFREDO LAZARO LUDENA GUTIERREZ**  
**N° 07557252**

## **DEDICATORIA**

A Dios por regalarme la vida, las oportunidades, una maravillosa familia y por permitirme alcanzar este logro profesional en mi vida. Gracias por bendecirme siempre.

A mi madre Ángela Flores Criollo por ser el pilar más importantes en mi vida, gracias por su apoyo incondicional, moral y económico durante mis estudios, gracias por los valores inculcados y su inmenso amor hacia mí, ya que sin su ayuda nunca hubiera logrado ser la persona que soy ahora. Cuando se lleva a cabo un suceso importante en nuestra vida, como lo es el culminar un proceso de mi desarrollo profesional adherido como un logro importante para mi futuro y mi familia y mis amigos que son parte importante de mi vida, este proyecto y todos los resultados logrados van dedicados con todo mi afecto a ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

Dios, gracias por permitirme vivir esta etapa, guiarme por el mejor camino y bendecirme con personas que tienen un gran corazón, a mi familia, por todas las alegrías y tristezas vividas. Se que siempre cuento con ustedes.

Al Dr. Alfredo Ludeña Gutiérrez, por el apoyo invaluable brindado durante el desarrollo de mi tesis dentro y fuera de la universidad, por dirigir mi trabajo y enriquecerlo con sus conocimientos. Gracias por su paciencia y amistad.

Al Ing. Roberto Salazar Ríos, por ser mi asesoría, le agradezco por toda la colaboración y sugerencias para el bien y mejora de mi proyecto de titulación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

¡Gracias!



## INDICE

### RESUMEN

### ABSTRACT

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>3</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivo específico.....	5
1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.4.1 Espacial .....	5
1.4.2 Temporal .....	5
<b>CAPITULO II. MARCO TEORICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 ANTECEDENTES DE INVETIGACIÓN.....	6
2.2 BASES TEORICAS .....	7
2.2.1 Origen de la leche de cabra .....	7
2.2.2 Características de la leche de cabra.....	8
2.2.3 Composición de la leche de cabra .....	9
2.2.4 Medición de la productividad.....	15
2.2.5 Microbiología de la leche .....	15
2.2.6 Producción de quesos .....	15
2.2.6.1 Características de la leche para quesería .....	17
2.2.6.2 Calidad y limpieza.....	17
2.2.6.3 Producción en Piura .....	18
2.2.7 Método para la estimación de la vida útil.....	19
2.2.7.1 Pruebas de aceleración de la vida útil (ASLT).....	19
2.2.7.2 El modelo de Arrhenius.....	20
2.2.8 Queso.....	21
2.2.8.1 Definición de queso.....	21
2.2.8.2 Fases de la elaboración de quesos .....	22
2.2.9 Queso crema.....	22

2.2.9.1 Propiedades del queso crema .....	22
2.2.9.2 Coagulación del queso crema.....	23
2.2.9.3 Cultivos lácticos para queso crema .....	23
2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BÁSICOS .....	24
2.4 HIPÓTESIS .....	25
2.4.1 Hipótesis general .....	25
2.4.2 Hipótesis específica.....	25
<b>CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>26</b>
3.1 ENFOQUE Y DISEÑO.....	26
3.2 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
3.2.1 Universo .....	26
3.2.3 Muestra.....	26
3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	26
3.3.1 Diagrama de operaciones en la elaboración del queso crema .....	26
3.3.2 Descripción de la elaboración del queso crema .....	28
3.3.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima .....	32
3.3.3.1 Determinación del pH .....	32
3.3.3.2 Determinación de acidez .....	32
3.3.3.3 Determinación de humedad.....	32
3.3.3.4 Determinación de densidad .....	32
3.3.3.5 Determinación de cenizas.....	32
3.3.3.6 Determinación de grasa.....	33
3.3.3.7 Determinación de proteínas.....	33
3.3.4 Análisis fisicoquímico del producto final .....	33
3.3.4.1 Determinación del pH .....	33
3.3.4.2 Determinación de grasa.....	33
3.3.4.3 Determinación de proteínas.....	34
3.3.4.4 Determinación de humedad.....	34
3.3.4.5 Determinación de Textura. ....	34
3.3.5 Análisis microbiológicos del queso crema. ....	34
3.4 TÉCNICAS DE INSTRUCCIONES .....	35
3.4.1 Técnica de recolección de datos.....	35
3.4.1.1 Evaluación sensorial.....	35

3.4.2 Instrumentos de procesamiento de datos.....	35
3.4.2.1 Métodos de Software.....	35
3.4.3. Técnicas e instrumentos de análisis.....	37
3.4.3.1 Método Estadístico .....	37
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>38</b>
4.1.ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA .....	38
4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	40
4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	41
4.4 ANÁLISIS SENSORIAL.....	41
4.4.1. Evaluación del olor.....	41
4.4.2 Evaluación del color.....	42
4.4.3 Evaluación del sabor .....	43
4.4.4. Evaluación de textura .....	43
4.4. 5 Evaluación de apariencia general .....	44
4.5 DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DEL QUESO CREMA A PARTIR .....	45
RECUENTRO MICROBIOLÓGICO	
4.6 ANÁLISIS DE TEXTURA DEL QUESO CREMA DURANTE SU .....	51
ALMACENAMIENTO	
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## Índice de tablas

Tabla 2.1. Composición promedio de los nutrientes básicos en leche de cabra oveja, vaca y humana.	10
Tabla 2.2. Fracciones de caseínas en la leche de cabra y de vaca (%)	11
Tabla 2.3. Composición aminoacídica de leche de cabra.	12
Tabla 2.4. Contenido de vitaminas en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100g)	13
Tabla 2.5. Valores Mínimos y Máximos del Contenido de Ácidos Grasos (%) en leche de vaca y cabra.	14
Tabla 2.6 Contenido de Minerales en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100 gr)	14
Tabla 3.1. Diseño experimental a diferentes temperaturas	36
Tabla 3.2. Análisis de varianza (ANVA) del diseño experimental	37
Tabla 4.1. Resultado de análisis fisicoquímico de leche de cabra.	38
Tabla 4.2. Resultado de análisis fisicoquímico del queso crema	40
Tabla 4.3. Resultado de microbiológicos del queso crema	41
Tabla 4.4. ANVA para calificación del aroma	42
Tabla 4.5 ANVA para calificación del color	42
Tabla 4.6 ANVA para calificación del sabor	43
Tabla 4.7. ANVA para calificación de textura	44
Tabla 4.8. ANVA para calificación del Apariencia general	44
Tabla 4.9. Recuento microbiano del queso crema a diferentes temperaturas	45
Tabla 4.10. Datos cinéticos	49
Tabla 4.11. Textura del queso crema a diferentes temperaturas	51

## Índice de Figuras

Figura 3.1. Diagrama de operaciones del queso crema.....	27
Figura 3.2. Leche de cabra fresca.....	28
Figura 3.3. Filtración de la leche de cabra.....	28
Figura 3.4. Estandarización de la leche y extracción de la crema.....	28
Figura 3.5. Pasteurización de la leche cabra.....	29
Figura 3.6. Enfriamiento de la leche pasteurizada.....	29
Figura 3.7. Coagulación de la leche para obtener la cuajada.....	29
Figura 3.8. Cuajada fragmentada.....	30
Figura 3.9. Cocción de la cuajada y enfriamiento.....	30
Figura 3.10. Desuerado de la cuajada.....	30
Figura 3.11. Salado y amasado del queso crema.....	31
Figura 3.12. Envasado del queso crema.....	31
Figura 3.13. Almacenamiento del queso crema.....	31
Figura 4.1. Curva de crecimiento microbiano a 10°C.....	46
Figura 4.2. Curva de crecimiento microbiano a 20°C.....	47
Figura 4.3. Curva de crecimiento microbiano a 30°C.....	48
Figura 4.4. Dependencia lineal de Ln K respecto a $1/T^{\circ}$ .....	49



## Índice de anexo

Anexo 1. Tamaño de muestra.....	58
Anexo 2. Planes de muestreo simple para inspección normal.....	58
Anexo 3. Formato para la evaluación sensorial.....	59
Anexo 4. Tabla de composición de alimentos.....	60
Anexo 5. Imágenes de los análisis fisicoquímicos de la materia prima.....	60
Anexo 6. Imágenes de los análisis fisicoquímicos del queso crema.....	62
Anexo 7. Imágenes del análisis sensorial del queso crema.....	63
Anexo 8. Resultados Análisis sensorial.....	64
Anexo 9. Norma Tecinca Peruana.Lече cruda, requerimientos fisicos - quimicos .....	67
Anexo 10. Norma Tecinca Peruana.Queso fresco.requerimientos fisicos - quimicos.....	68
Anexo 11. Norma Tecinca Peruana.Queso fresco.requesitos microbiologicos.....	69
Anexo 12. Análisis microbológicos del queso crema.....	70

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue la elaboración de queso crema a partir de leche cabra para evaluar el tiempo de vida útil es por lo cual se realizaron tres tratamientos en donde  $T_1$  fue pasteurizada a 65°C por 35 minutos,  $T_2$  fue pasteurizada a 70°C por 30 minutos y  $T_3$  fue pasteurizada a 75°C por 25 minutos, para que los panelistas puedan elegir el mejor queso crema el cual cumpla con sus preferencias, es por ellos que se realizó un análisis sensorial para evaluar el aroma, sabor, color, textura y apariencia general del queso crema los cuales tuvieron efecto significativo según el resultado del diseño estadístico (ANVA). El queso crema aceptado por los panelistas fue  $T_2$ , el cual fue almacenado en recipientes de plástico a 10°C, 20°C y 30°C, mediante el seguimiento del conteo microbiano del *Lactobacillus Plantarum* como indicador microbiológico. Se comprobó un ajuste de la cinética de deterioro del producto a un modelo lineal con el tiempo de almacenamiento. Las constantes cinéticas se ajustaron al modelo de Arrhenius, con una energía de activación de 13,1868 kJ/mol K. Por deterioro microbiológico, el tiempo de vida útil estimado del producto almacenado en condiciones de refrigeración (4°C) fue de 11 días.

**Palabras clave:** Leche de cabra, queso crema, pruebas aceleradas.

## ABSTRACT

The purpose of this investigation was the elaboration of cream cheese from goat milk to evaluate the shelf life, for which three treatments were carried out in which T<sub>1</sub> was pasteurized at 65°C for 35 minutes, T<sub>2</sub> was pasteurized at 70°C for 30 minutes and T<sub>3</sub> was pasteurized at 75°C for 25 minutes, so that the panelists can choose the best cream cheese which fulfills their preference, it is for them that a sensory analysis was performed to evaluate the aroma, flavor, color, texture and general appearance of the cream cheese which had significant effect according to the result of the statistical design (ANVA). The cream cheese accepted by the panelists was T<sub>2</sub>, which was stored in plastic containers at 10°C, 20°C and 30°C, by monitoring the microbial count of *Lactobacillus Plantarum* as a microbiological indicator. An adjustment of the kinetics of deterioration of the product to a linear model was verified with the storage time. The kinetic constants were adjusted to the Arrhenius model, with an activation energy of 13.1868 kJ/mol k. Due to microbiological deterioration, the estimated shelf life of the product stored under refrigeration conditions (4°C) was 11 days.

**Keywords:** Goat milk, cream cheese, accelerated tests.

## INTRODUCCIÓN

El cambio en los hábitos alimenticios ha con llevado al desarrollo de productos que cumplan con las expectativas del consumidor. Especialmente hoy en día, los estudios científicos han mostrado que la dieta y el estado de nutrición tiene importancia en las principales causas de muerte a nivel mundial. Es por ello que se desea desarrollar productos los cuales aporten al mejoramiento de la salud.

Por lo expuesto, el aporte que brinda el presente trabajo de investigación está orientado, a la elaboración de un producto lácteo y a determinar su vida útil. Esto dado que en el Perú existe ganado caprino, y con fin de aprovechar su producción de leche. La investigación, consiste en la elaborar el queso crema a partir de leche cabra y determinar su tiempo de vida útil.

El queso crema es un producto lácteo, fermentado no madurado, obtenido por acidificación con cultivos lácticos mesófilos hasta alcanzar un pH (4,3 – 4,8). en fresco, blando con alto contenido de humedad y grasa (26%), elaborado con leche entera homogenizada y pasteurizada, crema de leche y sal, posee una untable, suave y cremosa, presenta un alto aporte calórico, es bajo en sodio, rico en proteínas y minerales como el calcio, fósforo y vitaminas A, D y B2 . Valencia *et al.*(2007), y que se llegó a comprobar durante la obtención del queso crema.

Se obtuvieron los parámetros adecuados para la elaboración del queso crema para que conserven las mejores características (físicas, químicas y organolépticas), en la presente investigación se evaluó parámetros como son temperatura, textura y la vida útil durante su almacenamiento, las cuales tuvieron influencia en el producto final, lo cual se comprobó a través de las pruebas aceleradas. Mediante el recuento microbiológico del *Lactobacillus Plantarum* y el software de Statistica 7 el cual nos brindó los resultados en un tiempo reducido dando como conclusión el tiempo de vida útil del queso crema es de 11 días.

La presente investigada ha sido estructura de la siguiente manera:

En el Capítulo I se expone los aspectos de la problemática tomada para realizar la investigación. Además se identificó el problema principal que se observó en la realidad analizada, se incluyen además la formulación del problema, la justificación e importancia, los objetivos y delimitación de la investigación.

En el Capítulo II se presenta el marco teórico que incluye el glosario de los términos básicos de la investigación que se usaron con frecuencia, así mismo se mencionan los antecedentes que son estudios o investigaciones que han sido desarrollados con anterioridad, relacionados con el problema planteado, sea local, regional, nacional o internacional. También se consignan en este capítulo las Bases Teóricas del trabajo de investigación, que son una exhaustiva revisión de las teorías existentes y que lo fundamentan. Por otra parte este capítulo también consideró la redacción de la hipótesis general y las hipótesis específicas.

En el Capítulo III se presenta el marco metodológico se consideró el enfoque y diseño de la investigación, se indicaron también sujetos de la investigación que muestra el universo, la población, muestra de estudio. Por otra parte se redactaron los métodos y procedimientos que se siguieron en el desarrollo de la investigación para lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos. Asimismo este capítulo considero las técnicas e instrumentos de recolección de datos para la investigación.

El capítulo IV se presenta los resultados y discusiones obtenidas en la investigación. Por otra parte se interpretaron y analizaron los resultados obtenidos, determinando la coherencia o contradicción de los datos encontrados. Se verificó las hipótesis, se comparó con los resultados obtenidos en otras investigaciones citadas en los antecedentes considerados.

Finalmente se consideró las conclusiones, recomendaciones las primeras dan respuestas a las interrogantes planteadas en la formulación del problema y las ultimas para complementar o mejorar el trabajo de investigación.



# **CAPITULO I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La producción de queso en la región de Piura es artesanal y los productores no conocen el periodo de vida útil lo cual es importante y tiene que estar presente en su etiqueta informando los días de conservación. Los actuales quesos artesanales de leche de cabra son producidos con una escasa tecnología, no existe un control de la calidad de la leche, no se pasteuriza, se usa un cuajo natural mantenido en deficientes condiciones, la elaboración se hace en condiciones poco higiénicas, usualmente no se envasan, y el transporte y la comercialización de los mismos se hace aún en condiciones más precarias lo cual genera una contaminación cruzada y hace que el alimento se deteriore rápidamente por ello conocer el periodo de vida útil del queso es de suma importancia para obtener un producto que garantice calidad y un periodo apto de consumo. Este trabajo permite a los productores conocer exactamente el tiempo que durará su producto para que de esta manera puedan tener una mejor producción y comercialización del queso, además los productores también podrán obtener un flujo para la fabricación del queso crema puesto que no existe diversificación en los productos de leche de cabra. La vida útil o caducidad de un alimento puede definirse como “el periodo de tiempo, después de la elaboración y/o envasado y bajo determinadas condiciones de almacenamiento, en el que el alimento sigue siendo seguro y apropiado para su consumo” (Dominic & Labuza, 1994; citado por Cabeza, 2013), es decir, que durante ese tiempo debe conservar tanto sus características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales, así como sus características nutricionales y funcionales.

Los quesos producidos puestos en venta provenientes de Huancabamaba, Ayabaca, no indican el periodo de vida útil del alimento en su etiqueta ni son de leche de cabra ya que el manejo de la producción del ganado caprino que es generalmente reducido debido al desconocimiento técnico del mismo.

Siendo Piura el mayor productor de ganado caprino, no se han desarrollado innovaciones en la industria del queso de Cabra, impidiendo el desarrollo socio económico de los productores, pequeñas y medianas empresas y por a la falta de información sobre el queso de cabra su producción es muy baja, siendo las zonas rurales los únicos en la producción de queso de cabra.

¿Cuál será el periodo de vida útil del queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El desconocimiento de las propiedades nutricionales de la leche de cabra y de su derivado principal como es el queso se han visto tergiversadas por las opiniones personales del consumidor, con respecto a su olor y sabor característico, y cual ha generado que no exista un consumo de este producto.

Al generar un producto como es el queso crema a base de leche de cabra y determinar su periodo de vida útil, podremos incentivar el consumo de este productos, lo cual es beneficioso para nuestra región, debido a que la provincia que presenta mayor producción de ganado caprino es Sullana, con un total 102, 794 cabezas, siendo los productores y productoras del distrito de Lancones de esta provincia y la Comunidad José Ignacio Távara Pasapera de Morropón quienes cuentan con la mayor producción. Siendo la producción anual de un promedio de 76,500 litros de leche, materia prima que se usa para el queso, citado por Risco (2015).

La elaboración queso crema a partir de leche de cabra aportara buenas cantidades de ácido linoléico, linolénico y araquidónico, que son ácidos grasos esenciales que no son sintetizados por el niño. Además el consumo de los ácidos grasos favorece el control de los triglicéridos en la alimentación humana, la digestión de la proteína de la leche es similar al de la humana, y su caseína forma un coagulo menos resistente y más friable que la caseína de la leche de la vaca, por consiguiente las enzimas proteolíticas penetran en él desintegrándolo más rápidamente. La leche de la cabra se usará en buenos resultados en señoras embarazadas con problemas de vómitos o dispepsia y personas de avanzada edad que presenten insomnio, dispepsia, o nerviosas y el tratamiento de la ulcera del estómago, porque ayuda a neutralizar la constante irritación de los jugos digestivos sobre el revestimiento de la pared del estómago. Por su condición antialérgica da buenos resultados con las personas alérgicas a la leche de vaca. Es un alimento, diremos mejor un buen alimento, ya que un litro de leche de cabra es equivalente a un kilogramo de carne de vacuno, 10-12 huevos de gallina o un kilogramo de pescado (Barreto, 1998).

Con esta investigación se brinda un producto nutritivo que aportará al bienestar del consumidor, además contribuirá a promover e impulsar productos derivados de la leche de cabra para así implementar nuevos negocios y emprendimientos en la región de Piura, así promoviendo el consumo interna de quesos de cabra a nivel regional y nacional.

Además contribuirá al desarrollo y planteamiento de nuevas investigaciones en la carrera de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, aplicadas a productos lácteos y derivados, por lo que los beneficiarios son los estudiantes y personas interesadas en este rubro.

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el periodo de vida útil del queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas.

#### **1.3.2 Objetivo específico**

- Realizar análisis fisicoquímico y microbiológico al queso crema.
- Evaluar las características organolépticas (color, olor, sabor y textura).
- Utilizar la ecuación de Arrhenius para la determinación de la vida útil, a temperaturas de pruebas aceleradas de 10°C, 20° C y 30°C.

### **1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1 Espacial:**

- Laboratorio de Agroindustria e Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería Industrial
- Laboratorio de Tecnología de los Alimentos. Facultad de Zootecnia
- Laboratorio de Control de Calidad. Facultad de Ingeniería Pesquera
- Universidad de Nacional de Piura. Supervisión a cargo del tutor de tesis.

#### **1.4.2 Temporal**

- Duración del trabajo experimental: 6 meses

## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

García y Molina (2008) en el trabajo de investigación “Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas”, se evaluó la vida útil de una mayonesa se estimó mediante pruebas aceleradas, empleando el índice de peróxidos como indicador de deterioro. El producto se almacenó a 21 °C, 35 °C y 45 °C durante 210 d, 90 d y 42 d, respectivamente. Se realizaron como mínimo seis muestreos para cada temperatura y los resultados obtenidos se utilizaron para definir la cinética de esta reacción de deterioro. La cinética de la reacción fue de orden cero y las constantes cinéticas encontradas fueron (0,31, 0,173 y 0,365) meqO<sub>2</sub>/kg·d, en orden creciente de temperatura. Con estas constantes específicas de reacción y el modelo de arrhenius se obtuvo un valor de energía de activación de 80 960 J/mol, la cual se encuentra dentro del ámbito de las reacciones de oxidación de lípidos. Y por último, se obtuvo una relación para estimar la vida útil de la mayonesa, cuya ecuación general es  $Vida\ útil = 10(2,907 - 0,036 \cdot T)$ .

Araya (2012) en el trabajo de investigación “Determinación de la vida de arroz preparado espárrago líder elaborado por empresas Tucapel S.A mediante pruebas aceleradas”, se evaluó la vida útil del arroz preparado espárrago, elaborado por la empresa Tucapel S.A, se estimó mediante pruebas acelerada 9 s, empleando la pérdida de calidad de ocho atributos sensoriales (color arroz, color espárrago, apariencia arroz, apariencia espárrago, sabor, olor, textura arroz y textura espárrago) como indicadores de deterioro. El producto se almacenó en su envase original a 25°C, 35°C y 45°C durante 180 días para las temperaturas más bajas y 49 días para la más elevada. Adicionalmente se realizaron pruebas microbiológicas (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* en 25 g, *Escherichia coli*, hongos y levaduras) y fisicoquímicas (contenido de humedad, pH, índice de peróxido y actividad de agua), del estudio realizado se determinó el atributo limitante, aquel que presentó deterioro más rápido en el tiempo y por tanto determinó la vida útil del producto, fue el atributo “apariencia espárrago”. La cinética de la reacción de deterioro para este atributo, fue de orden uno y las constantes cinéticas encontradas fueron 0,003, 0,0043, 0,0162 (días<sup>-1</sup>) para las temperaturas 25°C, 35°C y 45°C, respectivamente. Con estas constantes específicas de reacción y el modelo de Arrhenius se obtuvo un valor de energía de activación de 15.880 kcal/mol k, el cual se encuentra dentro del rango de las reacciones para este tipo de productos. Para estimar la vida útil del producto se utilizó el criterio punto de corte, estableciendo los límites de comercialización (puntaje 5,5) y comestibilidad (puntaje 4,0) en una escala de calidad de 9 puntos. Se estimó la vida útil del producto a una temperatura de almacenamiento de 21°C, obteniendo 225 días y 400 días para el límite de comercialización y comestibilidad, respectivamente.

Fajardo (2012) en el trabajo de investigación “Efecto de la utilización de culantro, orégano, y ají en la elaboración de queso mozzarella”, se evaluó el efecto de la utilización de culantro, orégano y ají en la elaboración de queso mozzarella los mismos que fueron comparados con un tratamiento control con siete repeticiones distribuidos y analizados bajo un Diseño completamente al Azar (DCA), se realizó una evaluación bromatológica, microbiológica, organoléptica y económica, el ensayo tuvo una duración de 120 días. Determinándose que las características bromatológicas del queso mozzarella, difieren de acuerdo al saborizante natural empleado, de tal manera que para los parámetros de proteína y grasa se estableció promedios más altos para el queso mozzarella elaborado con orégano con 21.07 y 39.83%, de acuerdo a la evaluación organoléptica los productos de mayor acogida por el panel de catadores fueron los quesos elaborados con orégano y ají, el mayor índice beneficio costo se obtuvo al elaborar queso mozzarella con la utilización de orégano y ají, alcanzando índices de beneficio costo de 2.18 y 2.07 respectivamente, por lo que se recomienda utilizar la utilización de ají y orégano como saborizantes naturales para la elaboración de queso mozzarella ya que en la presente investigación obtuvieron los mejores resultados, así como también difundir los resultados obtenidos en centros gastronómicos y pizzerías.

## **2.2 BASES TEORICAS**

### **2.2.1 Origen de la leche de cabra**

La cabra parece que fue uno de los primeros animales que domesticó el hombre y, el único que le proporcionó leche durante la antigüedad (Sanz ,1922; Hawkes,1980; Boza y Sanz , 1984; citado por Boza & Sanz, 1997). Se extendió por todo el mundo dada su fácil adaptación a los más variados climas, ocupando el área de distribución más amplia de los animales domésticos. Su talla pequeña, pocas exigencias, facilidad de movimiento para cosechar su dieta, docilidad y elevada producción, tuvieron que hacerla muy apreciada por el hombre primitivo, como lo ponen de manifiestos las pinturas y tallas del arte rupestre, que hablan de su proximidad al hombre. (Boza y Sanz, 1997).

La leche de cabra ha sido un componente esencial de la "dieta mediterránea" en sus orígenes, especialmente mediante su transformación en queso, como señalan los autores clásicos Catón, Virgilio, Columela, Plinio, Ateneo, mostrando no sólo las formas de hacer el queso, sino los tipos que existían ("oxigala", "moretum") o incluso algunas especialidades culinarias como un pastel ("sabilium") a base de queso, miel, harina y huevos, espolvoreado con semillas de amapolas y cocido al horno (Otogalli y Testolm,1991; Capdevila y Marti-Henneber, 1996), citado por Boza, J & Sanz, M. (1997).



También en esa época se conocía la leche fermentada, mostrándose en el Deuteronomio como "uno de los alimentos dado por Jehová a su pueblo".

Desde aquellas épocas clásicas a la actualidad, la cabra ha tenido un papel primordial en la producción de alimentos de calidad para el hombre, especialmente en las regiones desfavorecidas del mundo, donde todavía dichos alimentos constituyen la principal fuente de proteína para la población. Igualmente en el otro extremo de la agricultura, en los países más desarrollados se ha seleccionado a esta especie para aumentar su producción de leche, como lo demuestra el hecho de que el censo caprino de la Unión Europea, Estados Unidos e Israel, no alcance el 5% del total, pero su producción de leche supera el 27% de la mundial. (Boza y Sanz, 1997)

### **2.2.2 Características de la leche de cabra**

Según Barreto (1998), en general la leche de cabra es similar a la leche de vaca y al de los humanos, y la mitad de la población mundial es alimentada con esta leche. Sus glóbulos grasos son más pequeños (1.5 micras), más finos y forman una mejor emulsión, razón por la cual las enzimas digestivas humanas las desintegran más rápidamente; además poseen cerca del 18% de Ac. Grasos de cadena corta, que vienen hacer el doble de los que tiene la leche de vaca.

Se diferencia también de la leche de vaca en que ésta es ligeramente ácida, mientras que la de cabra es casi alcalina (pH 6,7), debido a su mayor contenido proteico y a las diferentes combinaciones de sus fosfatos (Saini y Gilí, 1991; citado por Boza, 1997), por lo que esta leche se utiliza en personas con problemas de acidez (Jandal, 1996; citado por Boza, 1997). En cuanto a su densidad oscila de 1,026 a 1,042, variación que en su mayor parte la explica el diferente contenido graso presente en la leche de cabra, y sobre la que también intervienen su contenido en sólidos no grasos. El punto de congelación de la leche de cabra está próximo a los  $-0,590^{\circ}\text{C}$ , más bajo que el de la de vaca ( $-0,540^{\circ}\text{C}$ ), como consecuencia del mayor contenido en solutos de aquella. (Boza y Sanz, 1997).

La leche de cabra tiene buenas cantidades de ácido linoléico, linolénico y araquidónico, que son ácidos grasos esenciales que no son sintetizados por el niño. Además el consumo de los ácidos grasos favorece el control de los triglicéridos en la alimentación humana, y por esta razón la leche de cabra está siendo utilizada en los países desarrollados en hospitales de Geriatria y Pediatría como producto dietético y como parte del tratamiento de la arteriosclerosis (Barreto, 1998).

La digestión de la proteína de la leche es similar al de la humana, y su caseína forma un coagulo menos resistente y más friable que la caseína de la leche de la vaca, por consiguiente las enzimas proteolíticas penetran en él desintegrándolo más rápidamente. La leche de la cabra se usará en buenos

resultados en señoras embarazadas con problemas de vómitos o dispepsia y personas de avanzada edad que presenten insomnio, dispepsia, o nerviosas.

Por sus cualidades de poder buffer la leche de cabra es muy importante en el tratamiento de la úlcera del estómago, porque ayuda a neutralizar la constante irritación de los jugos digestivos sobre el revestimiento de la pared del estómago. Por su condición antialérgica da buenos resultados con las personas alérgicas a la leche de vaca.

A pesar de lo anteriormente citado, no debe considerarse la leche de cabra como una medicina. Es un alimento, diremos mejor un buen alimento, ya que un litro de leche de cabra es equivalente a un kilogramo de carne de vacuno, 10-12 huevos de gallina o un kilogramo de pescado (Barreto, 1998).

### **2.2.3 Composición de la leche de cabra**

El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que finalmente de la calidad nutricional que tenga el producto, dependerán en gran medida el rendimiento, la productividad y la aceptación del consumidor (Mejía *et al.*, 2008).

La leche de cabra representa un ingrediente ideal para elaborar productos funcionales ya que ofrece mayores beneficios que la leche de vaca, como son: a) fuente natural de nutrientes y componentes bioactivos, tales como nucleóticos, aminoácidos libres y poliaminas, presentes en mayor cantidad que en la leche de vaca y en niveles similares a los encontrados en la leche materna; b) mayor digestibilidad, ya que posee mayor proporción de ácidos grasos de cadena media y bajos niveles de caseína  $\alpha$ -S1; c) el contenido de ácidos grasos de cadena corta y mediana (C6-C10), es dos veces superior al de la leche de vaca y tienen la propiedad de ser absorbidas directamente por la mucosa intestinal y ayudan a reducir el colesterol total circulante, especialmente el LDL (low-density lipoprotein); d) los glóbulos grasos de la leche de cabra, al ser de menor tamaño que los de la leche de vaca, se les atribuye una mayor digestibilidad porque ofrecen una mayor superficie a la acción de las enzimas lipolíticas; e) la diversidad de oligosacáridos (con 3 a 10 residuos de monosacáridos) encontrados en la leche caprina, ha sido relacionada con propiedades prebióticas y antiinflamatorias, entre otras; f) mayor absorción de micronutrientes, en función de diversos estudios en animales con síntomas de mala adsorción que demostraron un incremento en la absorción de calcio, fósforo, hierro, cobre, cinc, magnesio y selenio a partir de la leche de cabra en comparación con la de vaca; g) mantenimiento de la salud gastrointestinal, ya que previene los daños de la mucosa intestinal que ocurre luego de una situación de estrés; h) menor riesgos de producir alergias, principalmente debido al reducido contenido de caseína  $\alpha$ -S1 y mayor digestibilidad de la  $\alpha$ -lactoglobulina, lo cual produce una reacción alérgica menos severa en

comparación con la leche de vaca (Haenlein, 2004; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008), citado por (Risco, 2015).

La composición de la leche de cabra es diferente a la del ganado ovino, bovino y a la leche humana (tabla 2.1), pero puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario de los animales. Sin embargo, el estudio de cada componente y el conocimiento de los valores promedio de cada uno de ellos permiten una mejor comprensión alrededor de la producción de leche caprina. (Mejía *et al.*, 2008).

**Tabla 2.1. Composición promedio de los nutrientes básicos en leche de cabra, oveja, vaca y humana.**

<i>Composición</i>	Cabra	Oveja	Vaca	Humana
<i>Grasa %</i>	3.8	7.9	3.6	4
Solidos no grasos %	8.9	12	9	8.9
Lactosa %	4.1	4.9	4.7	6.9
Proteína %	3.4	6.2	3.2	1.2
Caseína %	2.4	4.2	2.6	0.4
Albumina, globulina %	0.6	1	0.6	0.7
Nitrógeno no proteico %	0.4	0.8	0.2	0.5
Cenizas %	0.8	0.9	0.7	0.3
Calorías/ 100 ml	70	105	69	68

Elaborado con información de Park (2006), citado por (Mejía *et al.*, 2008)

Las proteínas de la leche pueden dividirse en dos grandes grupos, las caseínas (tabla 2.2) que se encuentran en la leche principalmente en el estado coloidal las cuales se sintetizan en la glándula mamaria de la ubre y las proteínas del suero disueltas en éste, como beta lactoglobulinas y alfa albúminas, y las que provienen de la vía sanguínea como seroalbúminas (Alais, 1998), citado por (Castrejon, 2009). Dependiendo de la raza y otros factores el contenido promedio de proteína de la leche de cabra es de 28.2 g/l., ligeramente inferior al de la leche de vaca 31.1 g/l., aunque el de caseínas es muy parecido (23.3 g/l). Las caseínas están constituidas por cuatro fracciones principales: alfaS1, alfaS2, beta y kappa (Paape, 2000), citado por (Castrejon, 2009).

**Tabla 2.2. Fracciones de caseínas en la leche de cabra y de vaca (%).**

CASEINA	CABRA	VACA
ALFA S1	5	35
ALFA S2	25	10
BETA	50	40
KAPPA	20	15
RELACION ALFA / BETA	30/50	45/40

Elaborado con información de Jenness (1980), citado por (Castrejon, 2009).

La leche contiene cientos de tipos de proteínas, la mayoría de ellas en muy pequeñas cantidades. Estas pueden ser clasificadas de varias formas, de acuerdo con sus propiedades físicas o químicas, así como también con sus funciones biológicas. Entre las principales proteínas presentes en la leche de los mamíferos se encuentran las  $\alpha$ s1-CN,  $\alpha$ s2-CN, B-CN,  $\beta$ -CN y las Caseínas, indispensable para el aprovechamiento industrial de los productos lácteos; se encuentran valores promedio de proteínas en la leche de cabra de 4.5%, superiores a los valores para ganado bovino (3,3%), pero inferiores a los del ganado ovino (5,8%). Por otra parte, las inmunoglobulinas presentes en la leche de cabra son muy similares a las observadas en la leche de vaca, y se encuentran siempre en mayores cantidades durante las fases iniciales de la lactancia, principalmente en el calostro (Mejía *et al.*, 2008).

Los requerimientos de aminoácidos esenciales (con la salvedad de la metionina y la fenilalanina), la niacina y la tiamina (tabla 2.3), son apenas cubiertos por tres capas de leche de vaca, mientras que la leche de cabra cubre ampliamente estos requerimientos con solo dos porciones de la misma magnitud (Littell, 1998; citado por Castrejon, 2009).

**Tabla 2.3. Composición aminoacídica de leche de cabra**

Aminoácido	% de proteína
Cistina	1,14
Metionina	3,42
Triptófano	7,64
Aspártico	6,53
Glutámico	22,08
Serina	5,58
Histidina	3,55
Glicina	2,41
Treonina	5,01
Alanina	4,75
Arginina	2,92
Tirosina	3,59
Valina	6,60
Fenilalanina	5,84
Isoleucina	5,30
Leucina	7,72
Lisina	6,42

Fuente: Aspectos nutricionales de la leche de cabra (Boza y Sanz, 1997)

Las cabras tienen una buena riqueza vitamínica de su leche (tabla 2.4), superan en algunos alimentos a la leche humana y la de vaca, como es el caso de la vitamina A y el aminoácido inositol, que es una sustancia lipotrópica de gran interés en el metabolismo de las grasas (Barreto, 1998).

La leche de cabra, comparada con la leche de vaca (Tabla 2.4), contiene mayor cantidad de vitamina A (2.074 unidades internacionales por litro frente a 1.560), lo cual ocurre debido a que los caprinos convierten todo el caroteno en vitamina A, por lo que resulta una ausencia de caroteno en la leche y, por lo tanto, un color más blanco que el de la leche de vaca, y adicionalmente la leche de cabra es una fuente rica de riboflavina, que actúa como factor de crecimiento, y de niacina, que alcanza hasta un 350% más de niacina que la leche de vaca. (Mejía *et al.*, 2008).

**Tabla 2.4. Contenido de vitaminas en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100g)**

Componente	Cabra	Vaca
Vitamina A(IU)	185	126
Vitamina D (IU)	2.3	2.0
Tiamina (mg)	0.068	0.045
Riboflavina (mg)	0.21	0.16
Niacina (mg)	0.27	0.08
Ácido Pantoténico (mg)	0.31	0.32
Vitamina B6 (mg)	0.046	0.042
Ácido fólico (g)	1.0	5.0
Biotina (g)	1.5	2.0
Vitamina B12 (g)	0.065	0.357
Vitamina C (mg)	1.29	0.94

Elaborado con información de Park (2006), citado por (Mejía et al., 2008)

El contenido de lactosa es bajo en la leche de cabra en comparación con la leche de otras especies de animales (aproximadamente de 1% a 13 % menos que la vaca y hasta un 41% menos que la humana) fluctuando entre 44 a 47 g/l y depende del estado de lactación de los animales (Bravo, 1978), citado por (Castrejon, 2009), lo cual está directamente relacionado con que esta leche presenta menos problemas asociados con la intolerancia. El hidrato de carbono característico de la leche es la lactosa, es un azúcar con poder edulcorante bajo. La lactosa debido a la acción enzimática bacteriana sufre fermentaciones diferentes, con productos como ácido láctico, anhídrido carbónico, alcohol, ácidos propiónicos y butíricos y otros compuestos, que ocasionan la coagulación de la leche, que en el caso del queso, le conferirán parte de su aroma y sabor (Belitz, 1985), citado por (Castrejon, 2009).

La grasa de la leche de cabra contiene más vitamina A que la leche de vaca. La composición de ácidos grasos de leche de cabra (tabla 2.5) también es diferente, siendo más rico en volátiles ácidos grasos (ácidos caproico, caprílico, cáprico) que están responsable del sabor y el olor específico de los respectivos productores lácteos (Boycheva, 2008), citado por (Risco, 2015).

Los lípidos en la leche de cabra se encuentran de manera abundante en forma de glóbulos con un tamaño de menos de 3  $\mu\text{m}$ , lo cual permite una mayor digestibilidad y una mayor eficiencia en el metabolismo lipídico comparado con la leche de vaca; en este sentido la grasa de la leche caprina no contiene aglutinina, que es una proteína encargada de concentrar los glóbulos grasos para generar

estructuras más complejas y de mayores dimensiones, y por esta razón los glóbulos permanecen dispersos y pueden ser atacados más fácilmente por las enzimas digestivas (Mejía *et al.*, 2008).

**Tabla 2.5. Valores Mínimos y Máximos del Contenido de Ácidos Grasos (%) en leche de vaca y cabra.**

Ácidos Grasos	Vaca		Cabra	
	MIN	MAX	MIN	MAX
C4:0	2.9	5.3	1.97	2.44
C6:0	1.3	3.2	2.03	2.70
C8:0	1	1.7	2.28	3.04
C10:1	2.1	3.6	0.19	0.38
C12:0	0.2	0.4	3.87	6.18
C14:0	8.5	13	7.71	11.2
C14:1	0.8	1.4	0.17	0.20
C15:0	0.9	1.6	0.46	0.85
C16:0	24.5	31.6	23.2	34.8
C18:0	19	24.01	5.77	13.2
C18:2 (CLA)	1.50	1.52	0.32	1.17

Elaborado con información de Park (2006), citado por (Mejía *et al.*, 2008)

La leche es la principal fuentes de calcio para el ser humano, sin importar si es de cabra, vaca u otra especie (tabla 2.6). Comparativamente la leche de cabra aporta 13% más de calcio que la leche de vaca (Haenlein, 2004), citado por (Castrejon, 2009). , pero no es una adecuada fuente de otros nutrientes como hierro, cobre, cobalto y magnesio (Barba, 2001), citado por (Castrejon, 2009).

**Tabla 2.6 Contenido de Minerales en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100 gr).**

Componentes	Cabra	Vaca
Ca (mg)	134	122
P (mg)	121	119
Mg (mg)	16	12
K (mg)	181	152
Na (mg)	41	58

“Continuación de la tabla...”

Cl (mg)	150	100
S (mg)	28	32
Fe (mg)	0.07	0.08
Cu (mg)	0.05	0.06
Mn (mg)	0.032	0.02
Zn (mg)	0.56	0.53
I (mg)	0.022	0.021

Elaborado con información de Park (2006), citado por (Mejía et al., 2008)

#### **2.2.4 Medición de la productividad**

La productividad lechera en las cabras tiene enormes variaciones tanto entre países, razas y condiciones generales de manejo, alimentación y sanidad. Muchas veces las mejores cabras pueden producir tanta leche como la produce una vaca especializada en carne, aunque ésta sea 10 veces más grande. (Barreto, 1998).

#### **2.2.5 Microbiología de la leche**

La leche cruda es un medio propicio para el crecimiento de microorganismos. Aunado a esto, la microflora tiene gran influencia sobre la calidad de la leche cruda. Diversos estudios demuestran que los factores principales, responsables de los casos de brotes de intoxicación por alimentos se deben al manejo deficiente de ellos.

Es importante considerar las características específicas del medio en que cada microorganismo se desarrolla, la mayoría de éstos se reproducen en un medio con baja acidez y un pH cercano a la neutralidad entre 6.5 y 7.5, dentro de este contexto se dejan fuera a las bacterias ácido lácticas, que son las que dan la tipicidad y características sensoriales genuinas de cada queso (Saludalia, 2006) citado por (Monroy, 2014)

#### **2.2.6 Producción de quesos**

Según Barreto, (1998) Desde tiempos inmemoriales el hombre utilizó la leche de cabra de los animales domésticos para consumirla directamente, o transformarla en queso o mantequilla. El queso es un gran alimento, y su gran variedad de tipos y presentación lo colocan en el primer puesto dentro de los productos lácteos. El queso es un alimento universal porque se producen en casi todas las regiones del mundo.



A pesar de todas las cualidades de la leche, es necesario reconocer que la leche es un producto alterable, ya que también puede ser un buen alimento para la multitud de gérmenes que en ella se desarrollan, por lo que es necesario someterla a los tratamientos pertinentes que destruyan o impidan el desarrollo de esta flora microbiana.

Toda mejora que reciba el procesamiento de los quesos redundará positivamente en la economía de los productores y una mayor aceptación de los consumidores. También es muy importante señalar que hay nuevas tecnologías para elaboración de quesos, los cuales deben ser introducidos gradualmente para la obtención de mejores quesos. Estas nuevas tecnologías son: nuevas enzimas coagulantes, modernos tipos de fermentos y medios activados, aceleradores de maduración, etc. Hay una tecnología que presenta buenas posibilidades como es la ultrafiltración, que permite una preconcentración de la leche para un mejor aprovechamiento de las proteínas solubles. Con la finalidad de regularizar la producción y no hacerlas estacionales se puede usar cuajadas congeladas, y recurrir a la fabricación de quesos a partir de leches reconstituidas y recombinadas.

Asimismo, en cuanto a la mecanización y automatización se ha tenido importantes avances, ya que actualmente se puede computarizar toda la elaboración de los quesos y manejarla desde un solo pupitre. Pero también hay otra dimensión en cuanto a la fabricación de quesos, y son los denominados quesos artesanales, que son los elaborados en la propia granja y que tienen un mercado definido. Es necesario incidir para que su elaboración se haga bajo las normas establecidas de garantías sanitarias y de composición, por la propia supervivencia de esta producción.

La leche es sensible a la luz, el aire y el calor, por lo que no debe permanecer en recipientes destapados innecesariamente por mucho tiempo, es necesario protegerla del calor, y no exponerla sin necesidad a la luz del día.

Los rayos ultravioletas reducen los nutrientes de la leche, especialmente las vitaminas, y alteran el sabor. Además la leche y el queso toman fácilmente sabores extraños, por lo que deben permanecer alejados de ellos.

La mejor leche para elaborar quesos no es la fresca, si no la que tiene 12 horas de ordeñada, y si se mantiene a 5°C de temperatura se puede usar hasta 2 o 3 días de ordeñada. Es recomendable pasteurizar la leche, para elaborar sus derivados, la misma que debe llevarse a cabo antes de la elaboración de estos. Para pasteurizar la leche se debe calentarla removiéndola continuamente hasta alcanzar 72°C y luego debe enfriarse rápidamente. El valor nutritivo de la leche y sus principales derivados es notable, por lo que se hace indispensable su consumo (Barreto, 1998).

### **2.2.6.1 Características de la leche para quesería**

Según (Barreto, 1998), la leche normal de una cabra es un líquido blanco, opaco, de un sabor ligeramente azucarado, y de un olor poco marcado si es recogido higiénicamente y provenientes de animales sanos. La leche toma fácilmente olores extraños, por eso se debe tener cuidado de exponerla a olores indeseables.

El gusto particular de la leche de cabra, que no tiene la de vaca, es la presencia de los ácidos grasos cáprico, caprílico y caproico. Este gusto se hace más acentuado cuando mayor sea la cantidad de grasa, como sucede con las leches al final de la lactancia.

La leche de cabra además no posee carotenos, que es un pigmento que proviene de la clorofila de las plantas, y que le da una coloración amarillenta a la leche y quesos de vacas; mientras que los quesos de cabra presentan una blancura característica.

El agua es el soporte de todos los elementos ya sea en solución como en suspensión, la materia grasa le da al queso la untuosidad y sabor, la lactosa se transformará en ácido láctico por acción de los microbios, las sustancias nitrogenadas son proteínas sobre las que actuará el cuajo, y las materias minerales son importantes para mantener el equilibrio físico-químico de la cuajada.

### **2.2.6.2 Calidad y limpieza**

Según (Barreto, 1998), la calidad del queso de cabra dependerá en gran porcentaje de la calidad que presenta la leche con la que se va a elaborar el queso. La primera norma de calidad que deben tener los productores es la de obtener una leche higiénica. Además la leche debe ser adecuadamente mantenida a una temperatura menor de 10 °C, ya que si la leche normal tiene 40,000 gérmenes por mililitros y se mantiene a 16°C durante 24 horas, los gérmenes se incrementarán a 4, 500,000.

La leche asimismo puede contener diferentes elementos indeseables como los antibióticos usado en las curaciones y que perjudican la elaboración del queso, residuos de pesticidas organoclorados que también son usados para curaciones y que son perjudiciales para la salud, y algunos microorganismos peligrosos provenientes de animales enfermas; por lo que el criador debe tomar las preocupaciones pertinentes para evitar la contaminación de la leche. Además las temperaturas no deben ser muy altas podrían generar acrilamida según Ludeña (2012).

### **2.2.6.3 Producción en Piura.**

La región Piura ocupa el primer lugar a nivel nacional, con una producción anual de 425, 955 cabezas de ganado, en el 2012, cifra que superó en más de 14 mil cabezas a la producción de año 2011(Andina, 2013), citado por (Risco, 2015).

De acuerdo al reporte estadístico, la provincia que presenta mayor producción de ganado caprino es Sullana, con un total 102, 794 cabezas, siendo los productores y productoras del distrito de Lancones de esta provincia y la Comunidad José Ignacio Távara Pasapera de Morropón quienes cuentan con la mayor producción. Los productores en la región destinan sus animales para la producción de carne y leche, sin embargo solo un 12% de ganado es usado para la producción lechera. Esto significa una producción anual de un promedio de 76,500 litros de leche, materia prima que se usa para el queso (Andina, 2013), citado por (Risco, 2015).

La región Piura ocupa el primer lugar a escala nacional en población ganadera caprina; en el 2014, según el Censo Nacional Agrario (Cenagro), se obtuvo 256,860 cabezas de ganado. De acuerdo al reporte estadístico, Sullana es la provincia que presenta mayor población de ganado; y para este 2015 se proyecta aproximadamente 87,000. Actualmente, las políticas nacionales de apoyo a la producción animal enmarcan un componente básico para el sector productor de leche y quesos de cabra; por ello, el Gobierno Regional de Piura, a través del Procompite (Programa de Apoyo a la Competitividad Productiva), trabaja siete planes de negocios en el marco de la cadena productiva de ganado caprino en las provincias de Piura, Sullana, Talara y Morropón. En el Perú, aproximadamente 210,000 familias se dedican y viven de la crianza de caprinos. Estos pequeños productores en su mayoría tienen necesidades básicas insatisfechas (Andina, 2015).

La producción de carne caprina en el Perú alcanzó en el 2014 un total de 15,400 toneladas, a partir de una población de 2 millones de cabezas, ubicadas fundamentalmente en Costa (Piura, Lambayeque, Lima e Ica) y en menor proporción en la Sierra (Huancavelica, Ayacucho, entre otras). El 99% de la población es considerado ganado criollo. El peso de carcasa es de 12.6 kg/animal. La producción de leche se calcula en 79 kg/animal/año (FAOSTAT, 2017), citado por (Minagri,2017).

El consumo de queso en los países latinoamericanos es de 1 Kg a 12 Kg por persona al año, si se toma en cuenta el consumo de queso en Grecia por ejemplo (27 Kg por persona al año), se diría que el mercado en Latinoamérica tiene mucho por crecer en el consumo de este nutritivo alimento. En año 2009 el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) publicó un boletín de “Consumo de

Alimentos y Bebidas), donde indica que el consumo per cápita de queso en el Perú es de 2.52 Kg, desde esa fecha ni el INEI ni otra institución con fuente confiable ha publicado información al respecto, por tal motivo conociendo el crecimiento de la producción y venta del queso que da el Ministerio de Agricultura y Riego, se ha proyectado al 2017 un crecimiento del 7.3% anual, lo que por calculo saldría que el Perú consume 4.13 Kg de queso por persona al año. (López *et al.*, 2018)

### **2.2.7 Método para la estimación de la vida útil**

La estimación de la vida útil de un alimento es un requisito fundamental, y esta debe figurar, salvo ciertas excepciones, en la etiqueta de los mismos. Es variada la metodología empleada para estimar la vida útil, algunos de estos métodos pueden parecer un tanto ortodoxos pero de acuerdo con Labuza (1994), citado por Cabeza (2013) suelen ser válidos. Algunos de estos métodos serán expuestos de forma breve, mientras nos centraremos en los métodos de determinación de la vida útil a tiempo real y determinación rápida de la caducidad “Test de vida útil acelerado” (Accelerated Shelf Life Determination, ASLD) por ser los más empleados (Dominic, 2004; Labuza, 1994) citado por Cabeza (2013).

#### **2.2.7.1 Pruebas de aceleración de la vida útil (ASLT)**

Las pruebas de aceleración de la vida útil es quizá la metodología más empleada hoy día para calcular la vida útil de un alimento no perecedero o estable (alimentos esterilizados como por ejemplo los enlatados). En esta técnica, se pretende estudiar varias combinaciones de producto/empaque acabados bajo diferentes condiciones de abuso de temperatura, examinando el producto periódicamente hasta el fin de la vida útil; los resultados obtenidos se usan para proyectar la vida útil del producto bajo las verdaderas condiciones de almacenamiento. Algunas empresas manejan base de datos de multiplicación microbiana obtenidos del trabajo y la experiencia previa, los cuales emplean para obtener la vida útil real a partir de los resultados encontrados en estas condiciones de abuso de temperatura.

Esta técnica se basa en la aplicación de la cinética de la velocidad de Arrhenius, el cual establece que la velocidad de las reacciones químicas se duplica aproximadamente por cada 10°C de aumento de la temperatura. Sin embargo, antes de establecer una sentencia final sobre la validez o exactitud de predicción para una aplicación particular, es necesario examinar una serie general de factores que influyen sobre la vida útil del producto. Estos incluyen (1) propiedades estructurales / mecánicas de los alimentos, (2) propiedades extrínsecas tales como la temperatura, Humedad relativa, atmósfera gaseosa, etc., (3) características intrínsecas como el pH, aw, disponibilidad de nutrientes, potencial redox (Eh),

presencia de antimicrobianos, etc., (4) las interacciones microbianas y (5) factores relativos al proceso de elaboración, mantenimiento y manipulación final.

Este método no está exento de problemas. Debe tenerse cautela en la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación a otras condiciones. Por ejemplo cuando se prueba una relación producto/empaque, este empaque también tiene influencia sobre la vida útil y por tanto si se modifica el empaque con permeabilidades diferentes al oxígeno, agua, anhídrido carbónico durante el almacenamiento verdadero (almacenamiento comercial), la vida útil del producto se tornara desconocida; y los resultados anteriores no pueden ser aplicables. Si las condiciones de ASLT son escogidas de forma apropiada, y se usan los algoritmos adecuados para la extrapolación, entonces la vida útil bajo cualquier distribución conocida puede ser predecible. Estas predicciones son basadas en los principios fundamentales de pérdida de calidad del alimento que se han descrito antes (Cabeza, 2013).

#### **2.2.7.2 El modelo de Arrhenius (efecto de la temperatura sobre la velocidad de alteración)**

Las aproximaciones modernas de la Microbiología Predictiva de Alimentos han tratado de entender y establecer un vínculo entre el crecimiento de microorganismos y los factores que regulan el crecimiento tales como la temperatura, pH, actividad de agua, potencial redox, etc. La gran mayoría de los modelos secundarios son modelos de tipo cinético (McDonald y Sun, 1999; Labuza y Fu, 1993), de los cuales el más comúnmente usado ha sido el modelo de Arrhenius.

Los modelos cinéticos para la determinación de la vida útil en alimentos son generalmente basados en la ocurrencia de fenómenos y estos no han sido desarrollados para un alimento en particular. Sin embargo, los parámetros experimentales y ambientales de un modelo pueden aplicarse para un producto en especial. De estos, la temperatura es normalmente considerada como el factor más importante en las reacciones de deterioro de los alimentos, especialmente, para la alteración microbiana donde la velocidad de crecimiento específico y la fase de latencia son altamente dependientes de la temperatura (Giannuzzi et al., 1998). La ecuación de Arrhenius fue derivada empíricamente basada en consideraciones termodinámicas (Labuza y Riboh, 1982), y describe la velocidad con que una reacción cambia cuando se emplean diferentes temperaturas conocidas (Ross y McMeekin, 1994). La forma más simple de esta ecuación es:

$$k = Ae^{\frac{-Ea}{RT}} \quad \text{o} \quad \ln k = \ln A - \frac{Ea}{RT}$$

Donde,  $k$  es la velocidad de reacción;  $A$  {(ufc/ml, g o cm<sup>2</sup>)/tiempo} es un factor pre-exponencial – parámetro a ser determinado (intercepto de “y” en una gráfica de  $\ln k$  vs  $1/T$ ) –,  $R$  es la constante de los gases (8.314 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>),  $T$  es la temperatura absoluta (K), y  $E_a$  es denominada como la energía de activación de la reacción límite de velocidad-crecimiento (Ross y McMeekin, 1994). Si en la ecuación anterior los valores de  $k$  son calculados a diferentes temperaturas y si el  $\ln k$  es graficado contra  $1/T$ , puede obtenerse una línea recta en la cual la pendiente ( $m$ ) es igual  $-E_a/R$  (Dominic, 2004; McDonald y Sun, 1999; Labuza et al., 1992; Labuza y Riboh, 1982). Así el modelo de Arrhenius puede catalogarse en la clasificación de Whiting y Buchanan (1993) como un modelo secundario.

Cuando el modelo de Arrhenius es empleado para evaluar el efecto de la temperatura sobre el crecimiento microbiano, entonces  $k$  se transforma en la velocidad de crecimiento específico (Ross y McMeekin, 1994; Giannuzzi et al., 1998), y la ecuación de Arrhenius puede escribirse como:

$$\mu = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

Sin embargo, el crecimiento bacteriano es complejo y las extrapolaciones de las gráficas pueden no mostrar linealidad, por lo tanto, la ecuación anterior no puede encajar muy bien por debajo de los datos óptimos o por encima de las temperaturas de crecimiento. Entonces, las gráficas obtenidas solo sirven para predecir el crecimiento microbiano en un limitado rango de temperatura (McDonald y Sun, 1999; Labuza y Fu, 1993). Así la ecuación que ha sido utilizada mayoritariamente para describir el efecto de la temperatura sobre el crecimiento microbiano es el modelo de la raíz cuadrada propuesto por Ratkowsky et al., en 1982 (Giannuzzi et al., 1998; Neumeyer et al., 1997; Willocx et al., 1993; Adair et al., 1989), citado por Cabeza, 2013.

## **2.2. 8 Queso**

El queso es uno de los derivados lácteos más sabrosos y variados y con una gran tradición en todas las culturas. La producción de quesos es muy antigua y de hecho ya se hablaba de ellos en el antiguo testamento (López, 1988), citado por (Castillo, 2006).

### **2.2.8.1 Definición de queso**

Según Revilla (1996), citado por Fajardo y Tarquino (2012), indica que el queso es el producto obtenido mediante coagulación de la leche y eliminación del suero. Puede ser hecho de diferentes tipos de leche y diferentes tipos de técnicas, según la clase de queso que se desee obtener. Por definición, el queso es un producto fresco o madurado, obtenido por coagulación y desuerado, a partir de la leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos.

### **2.2.8.2 Fases de la elaboración de quesos**

Según (Barreto, 1998), para la elaboración de quesos se presentan tres principales fases: coagulación, desuerado.

La coagulación: es la transformación de la leche líquida en un ente gelatinoso denominado “cuajada”, obtenido por la incorporación de un cuajo de la leche. El cuajo es una enzima que se encuentra principalmente en el cuajar de los rumiantes jóvenes sometidos a un régimen de alimentación láctea, comercialmente este cuajo se vende en forma líquida. La leche también puede coagularse acidificándose así misma, si se deja ésta a una temperatura ambiente de 15°C a 35°C.

EL desuerado: es la separación de la materia quesera del suero de la leche. Este suero contiene un 90% de agua, un poco de lactosa y materia orgánica, el 30 % de las proteínas de la leche que es su fracción no coagulable, y una parte variable de sales minerales de acuerdo a la acidificación tenida. Cuando se utiliza cuajo se tiene una mayor cantidad de sales minerales.

### **2.2.9 Queso crema**

El queso crema es un producto lácteo, fermentado no madurado, obtenido por acidificación con cultivos lácticos mesófilos hasta alcanzar un pH (4,3 – 4,8). en fresco, blando con alto contenido de humedad y grasa (26%), elaborado con leche entera homogenizada y pasteurizada, crema de leche y sal, posee una consistencia unttable, suave y cremosa, presenta un alto aporte calórico, es bajo en sodio, rico en proteínas y minerales como el calcio, fósforo y vitaminas A, D y B2 . Valencia *et al.* (2007)

#### **2.2.9.1 Propiedades del queso crema**

El queso crema de cabra es considerado un producto de alto valor nutricional y sano, asociado a la alta digestibilidad y asimilación de los productos lácteos caprinos por tener, glóbulos de grasa pequeños y mayor cantidad de vitamina A, calcio, potasio, cobre, magnesio y fósforo en comparación a la leche de vaca. La leche de cabra contiene un mayor porcentaje de ácidos grasos de cadena corta que intervienen en el sabor del queso, como butírico, caproico, cáprico y caprílico en comparación a la leche de vaca (>17% vs 5%), los cuales le confieren al queso sabores diferentes y atractivos para los consumidores, por ello, contribuyen cada vez más a mejorar la economía de productores y a incrementar el aporte de nutrientes de los consumidores. (Maracay, 2010) citado por (Alejandro y Espinoza, 2010).

### **2.2.9.2 Coagulación del queso crema**

El queso crema es un queso fresco, en el cual se usan cultivos lácticos para formar una cuajada ácida, de cuerpo suave. La cuajada formada después de la acción de los cultivos no se corta, sino que se rompe por agitación. Este queso tiene un alto contenido de grasa.

En la preparación del queso crema por el método tradicional se emplea una mezcla que contiene como mínimo 10-11% de materia grasa, además, de los sólidos no grasos de la leche, para lo cual se estandariza leche con crema hasta obtener el nivel de grasa requerido. La mezcla así obtenida es sometida a pasteurización 71° C por 30 minutos. Esta temperatura es mayor que la usada usualmente con el fin de volver la cuajada más suave. Después de la pasteurización la mezcla se enfría hasta 32° C, luego se agrega 1% de cultivo normal y cuajo en una proporción de 30 veces menos cantidad que la usada en quesos prensados. Para dosificarlo disuelva un cuarto de pasta de cuajo en un litro de agua y de esa solución coloque 130 ml a 40 litros de leche. Luego se deja en reposo a 22° C durante 16 horas, tiempo en el que se forma una cuajada suave, a partir de la cual se elabora el queso crema. (García y Ochoa, 1987)

### **2.2.9.3 Cultivos lácticos para queso crema**

Distintos tipos de cultivos hacen que un queso tenga un sabor u otro en este caso usaremos los cultivos mesófilos.

- **Desarrollo de acidez**

Las bacterias lácticas utilizan la lactosa de la leche como fuente de energía y la transforman en ácido láctico y pequeñas cantidades de otras sustancias como ácido acético, ácido fórmico y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).

- **Compuestos de aroma y sabor**

Algunas bacterias lácticas producen pequeñas cantidades de acetaldehído y diacetilo por la fermentación de los citratos, otorgando sabor y aroma agradable. Además producen anhídrido carbónico, que van a formar los ojos de algunos quesos y el carácter espumosos en algunas leches fermentadas. (Puentes, 2012), citado por Alejandro y Espinoza, (2017).



- **Los Lactobacillus**

El género *Lactobacillus* está comprendida por bacterias en forma bacilar de 0,5 – 1,2 x 1,0 – 10,0 µm, comúnmente se asocian en cadenas cortas, son anaerobias facultativas ó microaerófilas, catalasa y citocromo negativos. Excepcionalmente pueden poseer motilidad, se mueven ayudados por flagelos peritricos. Los lactobacilos son auxótrofos quimioorganotróficos, 26 necesitan medios complejos para su crecimiento, degradan la sacarosa para producir lactato. Su hábitat natural es variado pudiéndolos encontrar en el aparato gastrointestinal de mamíferos y aves, incluyen alimentos de origen vegetal y animal (Waldir, Mojmír, Karel, Elena, y Egoavi, 2007) citados por Alejandro y Espinoza, (2017).

### **2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BÁSICOS**

Leche de cabra : Es el producto integro de un ordeño no interrumpido de una hembra lechera bien alimentada, bien aseada, no dedica al trabajo , recogido asépticamente y no contenido de calostro o varias cabras lecheras en buen estado de salud , higiene y libre de calostro. (López, 1953)

Leche cruda de cabra: Es la secreción natural posparto de la glándula mamaria de la cabra después del calostro, sin substracción alguna de sus componentes y sin tratamiento de sus componentes y sin tratamiento térmico. (Ludeña, 2008)

Cuajo: Es una enzima la renina tradicionalmente obtenida del estómago del ganado lactante, pero actualmente también se producen sustitutos microbiológicos en laboratorio. (Araya *et al.*, 2008)

Microorganismos: Son los participan en procesos ecológicos que permiten el funcionamiento de los ecosistemas, y biotecnológicos que son esenciales para la industria farmacéutica, alimenticia y médica. Ellos son los principales responsables de la descomposición de la materia orgánica y del ciclaje de los nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, etc.). Montañaño *et al.*, (2010)

Evaluación sensorial: Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones llevan consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea: sus cinco sentidos. (Anzaldúa, 1994).

Queso crema: Es el queso no madurado ni escaldado, con un contenido relativamente alto de grasa butírica, de textura homogénea, pastosa, cremosa, no granular, preparado con crema y leche, cuajado con cultivos lácticos y/o enzimas. Valencia *et al* (2007).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis general**

- Las pruebas aceleradas es un método eficaz para determinar el tiempo de vida útil del queso crema elaborado a partir de la leche de la cabra.

### **2.4.2 Hipótesis específica**

- El análisis físico-químico y microbiológico del queso crema a partir de la leche de cabra, estará dentro del rango de inocuidad.
- Las características organolépticas del queso crema tendrán aceptación.
- La ecuación de Arrhenius permitirá aproximar el tiempo de vida a temperaturas de pruebas acelerada de 10°C, 20°C y 30°C.

## **CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 ENFOQUE Y DISEÑO**

El presente trabajo de investigación es experimental aplicativo debido a que variable independientes como la temperatura experimentaran las causas-efecto en el producto final, además es predictivo por que mediante un modelo matemático estimaremos el periodo de vida útil.

### **3.2 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1 Universo**

Establos de cabras de la ciudad de Piura.

#### **3.2.2 Población**

La leche de cabra ofrecida por el caserío de San Pablo-Catacaos, son de 90 litros diarios disponibles para la venta ya que el resto de leche es utilizada para consumo familiar y para los propios crías.

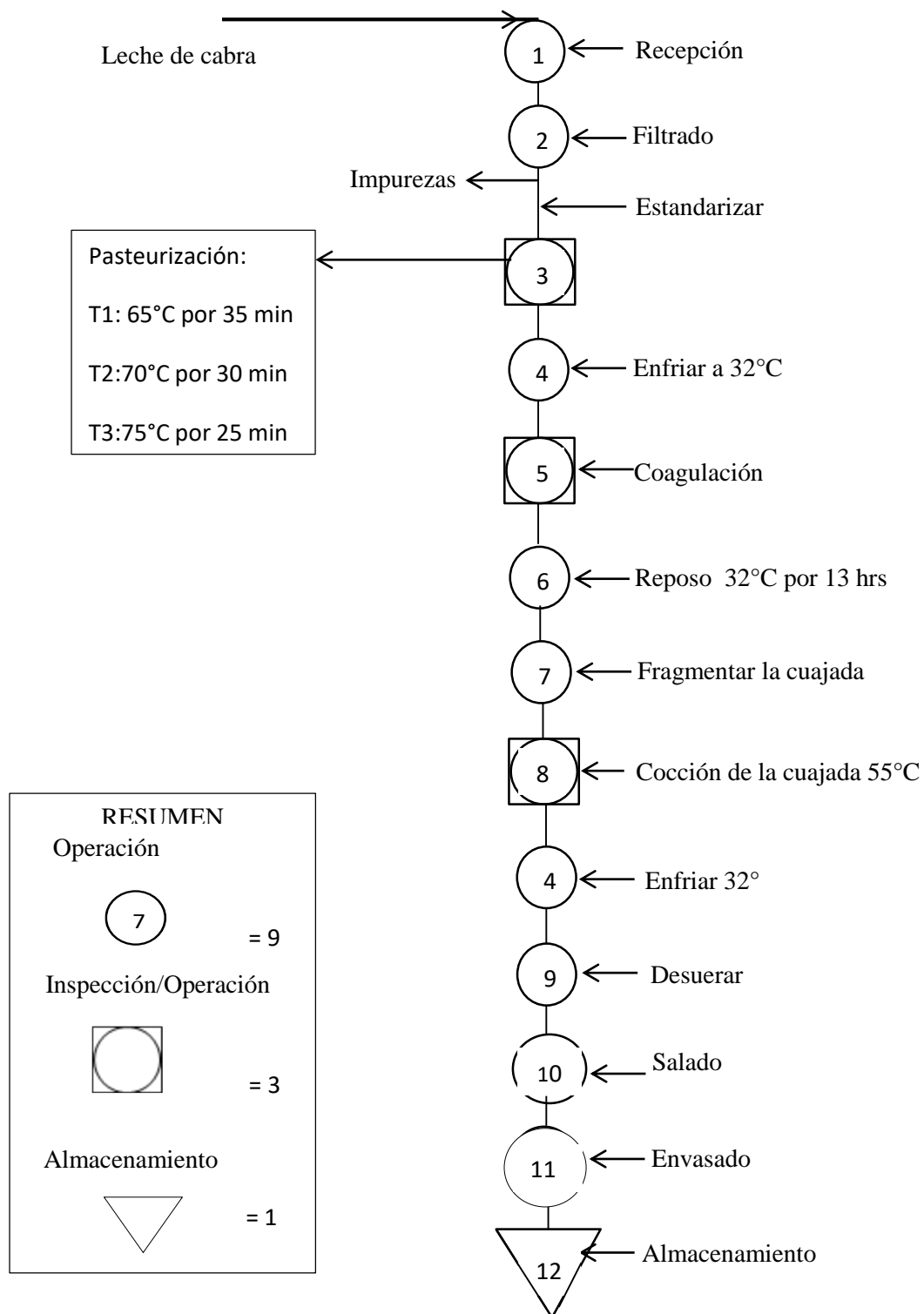
#### **3.2.3 Muestra**

De acuerdo a las tablas según la UNE66020, bajo una inspección general III, código F (51-90) y con plan de muestreo simple para inspección normal, tenemos 20 litros de leche. **Ver anexo 1 y 2.**

### **3.3 METODOS Y PROCEDIMIENTOS**

#### **3.3.1 Diagrama de operaciones en la elaboración del queso crema**

En la figura 3.1 se presenta el diagrama de operaciones del queso crema elaborado a partir de leche de cabra.



**Figura 3.1 Diagrama de operaciones del queso crema**

Fuente: Elaboracion proia

### 3.3.2 Descripción de la elaboración del queso crema

**Recepción:** La leche entera de cabra obtenida se recibe a una temperatura de 4 °C y se tomó una muestra 100 ml para realizar los análisis físico-químicos.



**Figura 3.2. Leche de cabra**

**Filtración:** Se filtró la leche a través de una tela organza para eliminar impurezas, materiales extraños y otros elementos que puedan existir en la leche.



**Figura 3.3. Filtración de la leche de cabra.**

**Estandarización:** La leche se estandarizó al 11% del contenido de grasa. Para esto se usó la descremadora para poder obtener la crema, posteriormente se mezcló la crema con la leche y se agitó bien la leche para que se distribuya la crema.



**Figura 3.4. Estandarización de la leche y extracción de la crema.**

**Pasteurización:** Se procede a la pasteurización de la leche la cual se somete a un proceso térmico para la eliminación de microorganismos patógenos y se mantiene la agitación constante para evitar la precipitación de caseína y se pasteuriza teniendo en cuenta las siguientes temperaturas: 65°C por 35 min, 70°C por 30 min y 75° por 25 min, para el control de la temperatura se utilizó el termómetro.



**Figura 3.5. Pasteurización de la leche cabra.**

**Enfriamiento:** La leche de cabra pasteurizada se deja enfriar a 32°C para ello se colocó la olla con la leche en un recipiente con agua fría esto se realiza con la finalidad de que alcance la temperatura para poder adicionar el cultivo.



**Figura 3.6. Enfriamiento de la leche pasteurizada.**

**Coagulación:** La leche a una temperatura de 32°C se le adiciona cultivo láctico (10 ml/L), luego el cuajo y calcio (0.3g/L) se le agregó a cada tratamiento y se dejó reposar la cuajada entre 14 y 16 horas para que alcance un pH entre 4.3 a 4.7 para la medición se utilizó un potenciómetro.



**Figura 3.7. Coagulación de la leche para obtener la cuajada.**

**Fragmentar:** Después del tiempo de acidificación (pH 4.41) y se procedió a fragmentar con un rastrillo para favorecer la expulsión del suero.



**Figura 3.8. Cuajada fragmentada.**

**Cocción:** La cuajada fragmentada se agita continuamente para que está se caliente de manera uniforme hasta llegar a 55°C para que la cuajada sea suave, luego se enfría hasta 32°C.



**Figura 3.9. Cocción de la cuajada y enfriamiento.**

**Desuerar:** La cuajada se introduce en bolsas de tela organza y la subsiguiente suspensión de estas, se dejó escurrir el suero, las bolsas se invierten dos veces al día con la finalidad que el desuerado sea uniforme, la cuajada se escurre durante 6 horas, luego se refrigera durante 8 horas.



**Figura 3.10. Desuerado de la cuajada.**

**Salado:** Se agregó cloruro de sodio en proporción del 1% con respecto a su peso, después se amasó el queso crema manualmente hasta que se obtuvo una textura untuosa



**Figura 3.11. Salado y amasado del queso crema.**

**Envasado:** El queso crema se envasó en recipientes de plástico y se procedió a colocar el queso crema en los recipientes y se moldea de manera que quede una masa compacta y se taparon los envases.



**Figura 3.12. Envasado del queso crema.**

**Almacenamiento:** Se colocó los envase del queso crema a las diferentes temperaturas: 10°C (Refrigeradora), 20°C (cámara climatérica), 30 °C (Estufa).



**Figura 3.13. Almacenamiento del queso crema.**



### **3.3.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima**

Se a tenido por conveniente efectuar los siguientes análisis fisicoquímicos para determinar si la materia prima se encuentra en las condiciones óptimas de calidad y son desarrolladas a continuación :

#### **3.3.3.1 Determinación del pH**

Se tomaron 50 ml de leche en vaso precipitado y se colocó el electrodo a la muestra y se procede a leer en la pantalla el valor del pH por el Método potenciométrico. A.O.A.C (2005).

#### **3.3.3.2 Determinación de acidez**

Se llenó una bureta con una solución de hidróxido de sodio, equivalente al 0.1 mol de este álcali, luego se tomó 10 ml de leche que se colocó en un vaso Erlenmeyer y se le adiciona 3 gotas de fenolftaleína como indicador, se adiciona gota a gota la solución de hidróxido de sodio y al mismo tiempos se gira el Erlenmeyer con la muestra lentamente, cuando aparece el color rosado permanece se termina la titulación por el Método volumétrico. A.O.A.C (2005).

#### **3.3.3.3 Determinación de humedad**

Se tomaron 5 gr de leche la cual fue colocada en la termobalanza y se deja hasta que la arroje del dato de humedad mediante el peso constante del A.O.A.C (2005).

#### **3.3.3.4 Determinación de densidad**

En una probeta se colocaron 250 ml con 240 ml de la muestra a una temperatura de 20°C. Se toma el densímetro por el vástago y se introduce en la probeta, se gira el instrumento sin rozar las paredes de la misma y cuando el densímetro se estabiliza, se toma la lectura por el método densímetro. A.O.A.C (2005).

#### **3.3.3.5 Determinación de cenizas**

Se pesó en una cápsula 10 ml de leche, estos se colocan en la mufla a 550°C y se deja por 2.5 a 3 horas, luego se colocan en un desecador, se enfrían y se pesan por el Método de calcinación. A.O.A.C (2005).

### **3.3.3.6 Determinación de grasa**

Se invirtió el butirómetro y con pipeta se introducen 10 ml de ácido sulfúrico, luego se añade 11 ml de leche, que se deja resbalar por un costado de butirómetro con la pipeta inclinada a 45°, se adiciona un 1 ml de alcohol isoamílico y se tapa, se mezcla el contenido mediante del butirómetro hasta la disolución de coagulo, se calienta butirómetro en un baño maría durante 10 minutos, el butirómetro se coloca en la centrifuga durante 5 minutos a 2000 rpm. Después se calienta al butirómetro en un baño maría a 65°C y se toma lectura del contenido graso por el Método de Gerber según Meyer (1987).

### **3.3.3.7 Determinación de proteínas**

Se pesaron 1 ml de la muestra, se agregó 1g de catalizador de oxidación para acelerar la reacción, se agregó 5 ml de ácido Sulfúrico concentrado y se colocó el matraz Kjeldahl en la cocina de digestión, esta termina cuando el contenido del matraz Kjeldahl es completamente cristalino o verde clarito. Se colocó digerida en el aparato de destilación, y se agregó 25 ml de NaOH al 33% e inmediatamente conectar el vapor para que se produzca la destilación, se conectó el refrigerante y se recibió el destilado, en un Erlenmeyer conteniendo 25 ml de solución indicadora y la destilación termine cuando ya no pasa más amoníaco y hay viraje del indicar y luego se procede a la titulación con HCL valorado (0.1 N) por el método Kjeldahl. A.O.A.C (2005), con un factor de conversión de 6.38 para productos lácteos convirtiendo de nitrógeno a proteína cruda.

## **3.3.4 Análisis fisicoquímico del producto final**

Se a creido conveniente estudiar los siguientes análisis fisicoquímicos para determinar si el producto final como es el pH, grasa, proteínas, humedad y textura por ser los mas relevantes en la norma técnica del queso y son desarrolladas a continuación:

### **3.3.4.1 Determinación del pH**

Se tomó 10 gr de queso crema en vaso precipitado y se colocó el electrodo a la muestra y se procede a leer en la pantalla el valor del pH por el Método potenciométrico. A.O.A.C (2005)

### **3.3.4.2 Determinación de grasa**

Se colocó 3 gr de queso en el vasito del tapón inferior y se introduce el tapón en el butirómetro y por la abertura superior se adiciona ácido sulfúrico de una densidad 1.530, hasta que el queso quede cubierto se tapa la abertura y se calienta el butirómetro a baño María a 65°C durante 30 minutos, se agita tres veces, se agrega un 1 ml de alcohol isomílico y se agita, se añade tanto ácido sulfúrico hasta que el

volumen llegue aproximadamente a las tres cuartas partes de la columna graduada, se calienta en baño María 65°C durante 5 minutos, se centrifuga durante 10 minutos a 1200 rpm y se tomó lectura del contenido graso por el método de Gerber según Meyer (1987).

#### **3.3.4.3 Determinación de proteínas**

Se pesaron 1gr de la muestra, se agregó 1g de catalizador de oxidación para acelerar la reacción, se agregó 5 ml de ácido Sulfúrico concentrado y se colocó el matraz Kjeldahl en la cocina de digestión, esta termina cuando el contenido del matraz Kjeldahl es completamente cristalino o verde clarito. Se colocó digerida en el aparato de destilación, y se agregó 25 ml de NaOH al 33% e inmediatamente conectar el vapor para que se produzca la destilación, se conectó el refrigerante y se recibió el destilado, en un Erlenmeyer conteniendo 25 ml de solución indicadora y la destilación termine cuando ya no pasa más amoníaco y hay viraje del indicar y luego se procede a la titulación con HCL valorado (0.1 N) método Kjeldahl. A.O.A.C (2005).

#### **3.3.4.4 Determinación de humedad**

Se tomaron 5 gr de la muestra y se colocó en dos capsulas numeradas y se pasaron en la balanza analítica, luego las capsulas se introducen en una estufa a 105°C durante 6 horas, se dejaron enfriar y se pesaron. Método gravimétrico de la A.O.A.C (2005)

#### **3.3.4.5 Determinación de Textura.**

Se colocó el queso crema en el penetrómetro, posteriormente se introdujo para que este arrojada el dato de textura, método de penetrómetro.

#### **3.3.5 Análisis microbiológicos del queso crema.**

Se tomó muestra del queso crema envasado en plástico y se les realizó: recuento de Coliformes totales por el método ICMSF, Coliformes termotolerantes a por el método de ICMSF NMP: 2000, *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva por el método de ICMSF, mohos y levaduras por el método ISO7954:1987, *Salmonella* por el método de ICMSF y *Listeria monocytogenes* por el método de FDA/BAN. (Cole *et al.*, 2006)

Se realizó el conteo de crecimiento microbiano del *Lactobacillus plantarum* en un medio MRS (Man, Rogosa y Sharpe), por el método de conteo en placa. Fueron incubados a 37°C determinando el número unidades formadoras de colonias cada tres días.

### **3.4 TÉCNICAS DE INSTRUCCIONES**

#### **3.4.1 Técnica de recolección de datos**

##### **3.4.1.1 Evaluación sensorial**

La calidad sensorial del queso crema se realizará mediante pruebas sensoriales afectivas con una escala hedónica de 5 puntos. Será una prueba con jueces semientrenados, que estarán entrenados, pero que solo van a diferenciar entre muestras (Anzaldúa, 1994).

Según Larmond (1977) citado por Anzaldúa (1994), las pruebas con jueces semientrenados deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20, cuando mucho 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para muestra. Por lo tanto, se empleará un panel de 15 jueces semientrenados mayores de 18 años y de ambos sexos, quienes determinaran la aceptabilidad general de queso crema.

Según Anzaldúa (1994), en el caso de alimentos grandes pueden darse al juez muestras de 25 g. Cada muestra será de 30 gramos, con tres repeticiones por panelista. Junto con la muestra se le dará, a cada panelista, una ficha de evaluación sensorial que se muestra en el anexo 3, donde calificará el nivel de agrado y desagrado. **Ver anexo 3.**

#### **3.4.2 Instrumentos de procesamiento de datos**

##### **3.4.2.1 Métodos de Software**

Se utilizará un modelo matemático (Modelo de Gompertz), quien nos definirá a través de sus parámetros de crecimiento microbiano, para luego utilizar otro modelo matemático (ecuación de Arrhenius) y así determinar el periodo de vida útil.

- **Determinación del tiempo de vida útil del producto final**

Obtenido el queso, se colocara en tres ambientes de 10°C, 20°C y 30°C donde se determinara su carga microbiana, poder usar el programa statistica 7 que nos dará valores de velocidad de crecimiento microbiano y posteriormente utilizar la ecuación de Arrhenius determinar el periodo de vida útil.

**Tabla 3.1. Diseño experimental a diferentes temperaturas.**

Muestras	10°C		20°C		30°C	
	Tiempo (Días)	Población (ufc/g)	Tiempo (Días)	Población (ufc/g)	Tiempo (Días)	Población (ufc/g)
1	t1	p1	t1	p1	t1	p1
2	t2	p2	t2	p2	t2	p2
3	t3	p3	t3	p3	t3	p3
4	t4	p4	t4	p4	t4	p4
..	..	..	..	..	..	..
N	tn	Pn	tn	Pn	tn	Pn

Fuente: Casas *et al.*, 2010.

En la tabla 3.1 se determina la población microbiana de las muestras colocadas en diferentes temperatura teniendo un control cada tres días. Obteniendo las lecturas anteriores por recuento microbiano se llevarán al software STATISTICA (Castañeda *et al.*, 2010), esto nos determinará la velocidad media de crecimiento utilizando la **ecuación de Gompertz** es usualmente expresada de la siguiente forma (Casas *et al.*, 2010):

$Y = a * \exp(-\exp(b - (c * T)))$ , Donde:

Y: es el logaritmo decimal de los recuentos microbianos  $[\log(\text{ufc/ml})]$  .con respecto al tiempo, dado en horas.

a: es el logaritmo de los recuentos asintóticos cuando el tiempo decrece indefinidamente (aproximadamente equivale al logaritmo de los niveles iniciales de bacterias)  $[\log(\text{ufc/ml})]$ .

c: es el logaritmo de los recuentos asintóticos cuando el tiempo se incrementa indefinidamente (es el número de ciclos log de crecimiento)  $[\log \text{ ufc/rnl}]$ ;

T: es el tiempo requerido para alcanzar la máxima velocidad de crecimiento [hrs];

b: es la velocidad de crecimiento relativa al tiempo.

Con la ecuación de Arrhenius, usada para describir cómo la velocidad de una reacción química podía variar en función de la temperatura. (Ratkowsky y Ross, 1991) tenemos:

$$\mu = Ae^{\frac{-E\mu}{RT}}$$

Donde

$\mu$ : velocidad de reacción máxima dada en  $h^{-1}$

T: es la temperatura absoluta dada en  $^{\circ}K$ .

Ea: es la energía de activación dada en KJoule/mol.

A: es un factor pre-exponencial constante,  $ufc/h^{\circ}K$

R: es la constante de los gases (8,31 Kjoule/ $^{\circ}Kmol$ ).

Al calcular la energía de activación, se logra determinar la sensibilidad que cada microorganismo presenta frente a los cambios térmicos.

Conociendo el requerimiento crítico por especificación técnica de crecimiento de microorganismo y con la velocidad de su crecimiento se puede determinar la predicción de la vida útil del queso.

### 3.4.3. Técnicas e instrumentos de análisis

#### 3.4.3.1 Método Estadístico

Se utilizara un análisis de varianza (ANVA), esta técnicas es la más usa en la agroindustrias, es fundamental para comprender para comprender parte de la investigación experimental.

**Tabla 3.2. Análisis de varianza (ANVA) del diseño experimental.**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD (GL)	SUMA DE CIUADRADO (SC)	CUADRADOS MEDIOS (CM)	ESTADIGRAFO CALCULADO
Jueces (J)	(J-1)	SC Jueces	CM Jueces	F Calculado
Tratamientos (F)	(F-1)	SC Tratamientos	CM tratamientos	
Error	(J-1) (F-1)	SC Error	CM Error	
Total		SC Total		

**Fuente: Montgomery (1996)**

Se realizara un ANOVA con los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  con el fin de ver si hay diferencia significativa.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA

Los análisis fisicoquímicos realizados a la materia prima: leche de cabra permitieron determinar pH, acidez, porcentaje de grasa, porcentaje de proteínas, etc.

Los resultados del análisis realizado se muestran a continuación en la tabla 4.1 a fin de compararlos con los resultados obtenidos de otras investigaciones anteriores y de verificar si estos cumplen con las normas establecidas.

**Tabla 4.1. Resultado de análisis físico-químico de leche de cabra.**

Determinaciones	Valor
pH	6.7
Acidez (ac.láctico) %	0.14
Humedad (%)	86.99
Carbohidratos( %) (lactosa)	3.9
Cenizas (%)	0.88
Materia grasa (%)	4.72
Proteínas (%)	3.51
Solidos totales (%)	13.01
Densidad (15°C)	1.027

La leche de cabra es casi alcalina (pH 6,7), debido a su mayor contenido proteico y a las diferentes combinaciones de sus fosfatos (Saini y Gilí, 1991; citado por Boza, 1997), tal cual como se observa en la tabla 4.1 la cual indica que la materia prima está en el rango, pero según la NTP 202.001(2010) no indica un intervalo de pH para la leche entera.

El porcentaje de acidez (ac.láctico) en la leche de cabra fue de 0.14% estando dentro del rango establecido según NTP 202.001(2010), siendo este valor menor que el encontrado (0.16%) por Yarlequé (1988).

El contenido de humedad en la leche de cabra fue de 86.99%, valor similar a lo señalado por la tabla de composición de alimentos propuesta por Reyes *et al.* (2009) de 87,3%.

El porcentaje de carbohidratos (lactosa) de la leche de cabra fue de 3.9 % es bajo a comparación de otras leches tal como lo muestra la tabla 2.1 esto va a depender del estado de lactación de los animales según Bravo (2006), citado por Castrejon (2009).

La densidad de la leche obtenida es de 1.027 , este resultado en comparación con lo expuesto por Boza y Sanz (1997), la densidad oscila de 1,026 a 1,042, variación que en su mayor parte la explica el diferente contenido graso presente en la leche de cabra, y sobre la que también intervienen su contenido en sólidos no grasos.

El contenido de cenizas que se obtuvo fue de 0.88% y en la tabla composición de los alimentos (Anexo 4) se puede observar que el porcentaje de cenizas es de 0.7 %, teniendo una diferencia , debido a la cantidad de sólidos y proteínas que la muestra en estudio, así mismo el porcentaje se acerca al dato dado en la tabla 2.1 (Park , 2006 ; citado por Mejía *et al.*, 2008).

El porcentaje de grasa de la leche de cabra es de 4.72% como se muestra en la tabla 4.1 estando dentro del rango de la NTP 202.001(2010), lo que indica que es aceptable. La composición de la leche de cabra es diferente del ganado ovino, bovino y a la leche humana, (tabla 2.1) muestra un 3.8% de grasa en la leche de cabra y puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e inclusive estado sanitario de los animales. (Mejía *et al.*, 2008).

El contenido proteico de la leche de cabra fue de 3.5% que se encuentra cerca al del rango de Park (2006), citado por Boza y Sanz (1997), pero este valor promedio de proteínas en la leche de cabra según Mejía *et al.*, (2008) es de 4.5% siendo mayor al de la muestra en estudio esto puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente.

Con respecto al contenido de sólidos totales, la NTP 202.001(2010) indica que el contenido mínimo para la leche cruda es de 11,4% y como resultado tenemos que los sólidos totales es de 13.1 % estando por encima del límite, además la leche se concentra normalmente hasta un contenido de sólidos totales de 11.43% a 18.18% (Buxade, 1998).



## 4.2 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL

El análisis fisicoquímico realizado al producto final se muestra a continuación en la tabla 4.2 cuadro a fin de compararlos con los resultados y de verificar si estos cumplen con las normas establecidas.

**Tabla 4.2. Resultado de análisis físico-químico del queso crema**

Determinaciones	Producto final
pH	4.41
Acidez (láctico)(%)	1.52
Humedad (%)	49.11
Grasa (%)	40.62
Proteínas (%)	8.46
Cenizas (%)	0.91
Carbohidratos (lactosa)%	0.9

El queso crema es un producto lácteo, fermentado no madurado, obtenido por acidificación con cultivos lácticos mesófilos hasta alcanzar un pH de 4,3 a 4,8 (Valencia *et al.*,2007), es así que nuestra muestra de queso crema se encuentra en rango el cual se puede observar en la tabla 4.2 que fue de 4.41.

EL contenido de humedad hallado en el queso crema fue de 49.11% valor que está dentro del rango establecido en la NTP 202.195(2004).

Con respecto al contenido de grasa según la NTP 202.195 (2004) es de  $\geq 40$  %. El resultado de queso crema analizado fue de 40.62%, cumpliendo así con lo establecido en la norma, pero siendo mayor al porcentaje expresado por Valencia *et al* (2007) que es de 26%.

El porcentaje de proteínas que presenta el queso crema fue de 8.46% , estando cerca al dato expuesto por García y Ochoa (1987) que tiene como resultado 9.8% de proteínas.

En tanto el porcentaje de cenizas que se obtuvo fue de 0.91% , que está por encima del dato dado por Rosado *et al.*, (2010) que fue de 0.5% de cenizas lo que puede ser debido principalmente a factores como el origen y calidad de la leche, y tipo de alimentación del ganado, y el porcentaje de carbohidratos fue de 0.9% por debajo de lo expuesto por Reyes *et al.*, (2010) que fue de 3,3%, esto se debe a que cuanto mayor sea el contenido de grasa, menor es el contenido de lactosa ya que cualquier producto por debajo del 2% de lactosa puede ser bien tolerado por la mayoría de las personas con intolerancia a la lactosa.

### 4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL

Los resultados microbiológicos realizados al queso crema de cabra permiten inferir que son aptos para consumo, utilizando como referencia NTP 202.195 (2004).

**Tabla 4.3. Resultado de microbiológicos del queso crema**

Análisis microbiológicos	Resultados	Especificaciones
Coliformes totales a 30°C (ufc/g)	0.5 x 10	100
Coliformes termotolerantes a 40 °C	<3	10
Staphylococcus aureus	0	10
Salmonella	Ausencia	0
Listeria monocytogenes	Ausencia	0

En la tabla 4.3 de resultados del control microbiológico podemos indicar que el producto obtenido cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por la NTP 202.195 (2004), lo cual nos indica que es apto para el consumo humano.

### 4.4 ANÁLISIS SENSORIAL

Las muestras ordenas de modo creciente respecto a los tratamientos recibos: la muestra 1 a 65° C por 35 minutos, la muestra 2 a 70°C por 30 minutos y la tercera muestra a 75° por 25 minutos. La evaluación sensorial se presentó como encuesta a 12 jueces semientrenados con escala hedónica de 5 puntos me gusta mucho a no me gusta mucho en los resultados arrojaron la muestra más aceptada.

#### 4.4.1. Evaluación del olor

En la anexo 8.1 se aprecia el resultado del análisis sensorial para la calificación del aroma, el cual muestra que la primera muestra obtuvo el promedio más alto (3.8) mientras que la segunda es más bajo (3.67). Lo que significa que respecto al olor la más aceptada fue la primera.

**Tabla 4.4. ANVA para calificación del olor**

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de Variaciones	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	F <sub>tabla</sub>
Jueces	11	10.306	0.9369	1.1277	2.2725
Tratamientos	2	19.056	9.5278	11.4681	3.44
Error	22	18.278	0.8308		
Total	35	47.638			

En la tabla 4.4 se observa que  $F_{\text{tabla}}$  del tratamientos es menor es menor que  $F_{\text{calculado}}$  se concluyó que el olor causo efecto significativo en la aceptación del análisis sensorial, mostrando que el que tuvo más aceptación fue el primer tratamiento.

#### 4.4.2 Evaluación del color

En el anexo 8.2 se aprecia el resultado del análisis sensorial para la calificación del color, el cual muestra que la primera muestra obtuvo el promedio más alto (4.83) mientras que la tercera es más bajo (3.92). Lo que significa que respecto al color la más aceptada fue la primera.

**Tabla 4.5 ANVA para calificación del color**

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de Variaciones	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	F <sub>tabla</sub>
Jueces	11	11.639	1.0581	2.4219	2.2725
Tratamientos	2	5.056	2.5278	5.7861	3.44
Error	22	9.611	0.4368		
Total	35	26.306			

En la tabla 4.5 se observa que  $F_{\text{tabla}}$  del tratamientos es menor es menor que  $F_{\text{calculado}}$  se concluyó que el color causo efecto significativo en la aceptación del análisis sensorial, mostrando que el que tuvo más aceptación fue el primer tratamiento.

#### 4.4.3 Evaluación del sabor

En el anexo 8.3 se aprecia el resultado del análisis sensorial para la calificación del sabor, el cual muestra que la segunda muestra obtuvo el promedio más alto (4.25) mientras que la tercera es más bajo (2.25). Lo que significa que respecto al sabor la más aceptada fue la segunda.

**Tabla 4.6 ANVA para calificación del sabor**

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de Variaciones	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftabla
Jueces	11	4.889	0.444	1.054	2.2725
Tratamientos	2	26.722	13.361	31.683	3.44
Error	22	9.278	0.422		
Total	35	40.889			

En la tabla 4.6 se observa que  $F_{\text{tabla}}$  del tratamientos es menor es menor que  $F_{\text{calculado}}$  se concluyó que el sabor causo efecto significativo en la aceptación del análisis sensorial, mostrando que el que tuvo más aceptación fue el segundo tratamiento.

#### 4.4.4. Evaluación de textura

En la anexo 6.4 se aprecia el resultado del análisis sensorial para la calificación del sabor, el cual muestra que la segunda muestra obtuvo el promedio más alto (4.67) mientras que la tercera es más bajo (2.25). Lo que significa que respecto a la textura la más aceptada fue la segunda.

**Tabla 4.7. ANVA para calificación de textura**

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de Variaciones	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftabla
Jueces	11	5.889	0.5354	1.4825	2.2725
Tratamientos	2	36.722	18.3611	50.8461	3.44
Error	22	7.944	0.3611		
Total	35	50.556			

En la tabla 4.7 se observa que  $F_{\text{tabla}}$  del tratamientos es menor es menor que  $F_{\text{calculado}}$  se concluyó que el textura causo efecto significativo en la aceptación del análisis sensorial, mostrando que el que tuvo más aceptación fue el segundo tratamiento.

#### 4.4. 5 Evaluación de apariencia general

En el anexo 8.5 se aprecia el resultado del análisis sensorial para la calificación del sabor, el cual muestra que la segunda muestra obtuvo el promedio más alto (4.5) mientras que la tercera es más bajo (3.08). Lo que significa que respecto a la apariencia general la más aceptada fue la segunda.

**Tabla 4.8. ANVA para calificación del Apariencia general**

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de Variaciones	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftabla
Jueces	11	5.556	0.5051	1.1976	2.2725
Tratamientos	2	12.722	6.3611	15.0838	3.44
Error	22	9.278	0.4217		
Total	35	27.555			

En la tabla 4.8 se observa que  $F_{\text{tabla}}$  del tratamientos es menor es menor que  $F_{\text{calculado}}$  se concluyó que el apariencia general causo efecto significativo en la aceptación del análisis sensorial, mostrando que el que tuvo más aceptación fue el segundo tratamiento.

## 4.5 DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DEL QUESO CREMA A PARTIR RECuento MICROBIOLÓGICO

El estudio de vida útil consiste en determinar el tiempo en el cual el producto es seguro para su consumo y no posee cambios en sus atributos sensoriales. Cuando un alimento se ha deteriorado, sus características han cambiado de tal manera que deja de ser aceptable. Tales cambios pueden no ser siempre de origen microbiológico, un producto puede ser inaceptable debido a daño por insectos, pérdida de agua, decoloración, endurecimiento o rancidez. Pero la gran mayoría del deterioro de los alimentos se da como resultado de la actividad microbiana para lo cual se utilizara para el estudio es *Lactobacillus Plantarum*.

**Tabla 4.9. Recuento microbiano del queso crema a diferentes temperaturas.**

10°C			20°C			30°C		
Tiempo(hr)	N ufc/ml	Log (N/N <sub>0</sub> )	Tiempo(hr)	N ufc/ml	Log (N/N <sub>0</sub> )	Tiempo(hr)	N ufc/ml	Log (N/N <sub>0</sub> )
24	95	0	24	95	0	24	95	0
96	526	1.711424321	96	826	2.16271788	96	957	2.3099265
168	10153	4.671647616	168	23253	5.50031254	168	43456	6.12562732
240	22789	5.480156351	240	46789	6.19952652	240	67865	6.57139883
312	40234	6.048590797	312	68234	6.57682136	312	995643	9.25726715
384	689871	8.890383011	384	729871	8.94674619	384	2792987	10.2887453
456	776521	9.008702074	456	865211	9.1168518	456	3996521	10.6470579
A	b	C	a	b	c	a	b	c
10.11917	1.226475	0.007317	9.196735	1.258574	0.009633	11.09954	1.352351	0.009660
U <sub>max</sub> =	0.07404662		0.08859348		0.10722362			
Ln U <sub>max</sub>	-2.60306033		-2.42369696		-2.2328387			
1/T	0.00353357		0.00341297		0.00330033			

La tabla 4.9 muestra el conteo microbiano, a diferentes temperaturas, para luego obtener los parámetros a, b y c dado por el modelado matemático de Gompertz, utilizando el software Statistica 07.

Figura 4.1 muestra la curva de crecimiento microbiano de la tabla 4.9, donde se puede observar la fase de latencia y la fase log, como la ecuación matemática del modelo con los parámetros a 10°C. La fase lag o de adaptación es durante en la que los microorganismos adaptan su metabolismo a las nuevas condiciones ambientales (abundancia de nutrientes y condiciones de cultivo) para iniciar la fase de crecimiento exponencial según Andino y Castillo (2010).

**Figura 4.1. Curva de crecimiento microbiano a 10°C**

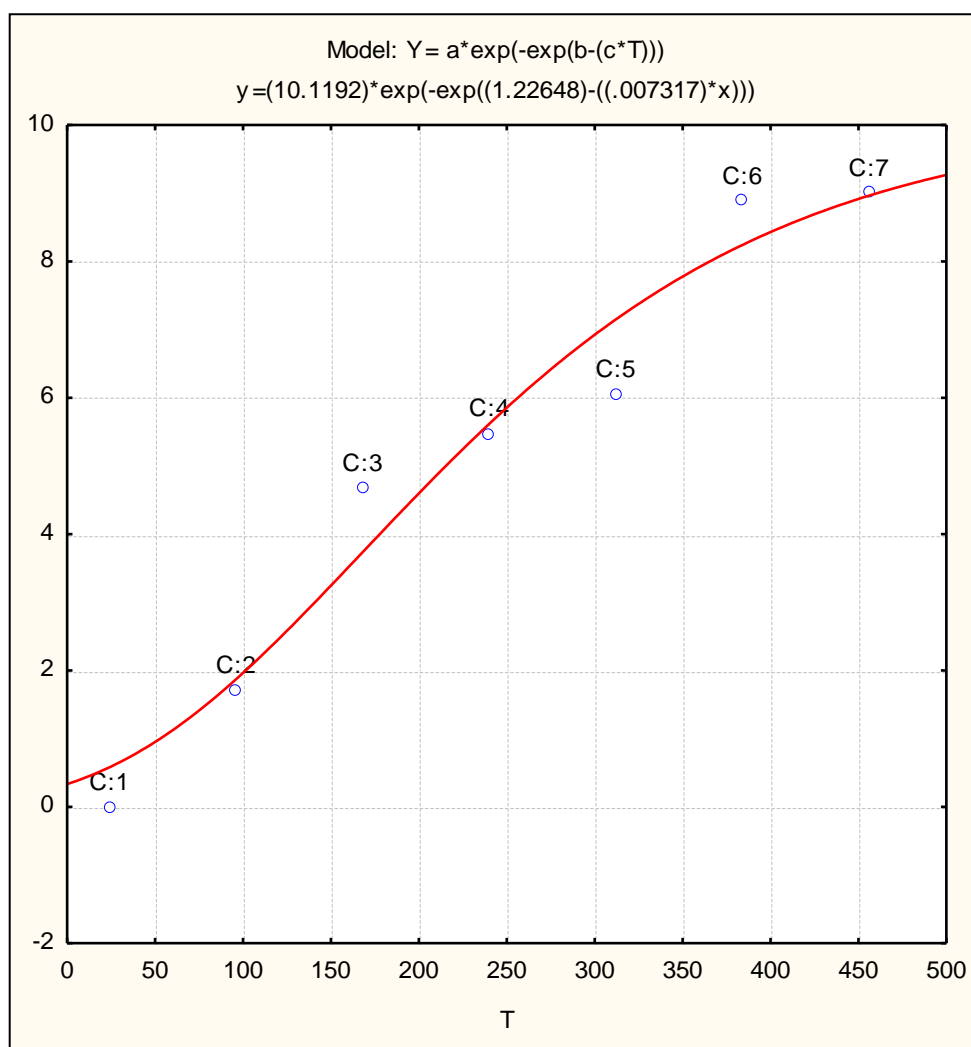


Figura 4.2 se muestra fase log o fase exponencial o logarítmica según Andino y Castillo (2010) en ella la velocidad de crecimiento es máxima y el tiempo de generación es mínimo. Durante esta fase las bacterias consumen a velocidad máxima los nutrientes del medio. La evolución del número de células durante esta fase se explica con los modelos matemáticos que descrito anteriormente

**Figura 4.2. Curva de crecimiento microbiano a 20°C**

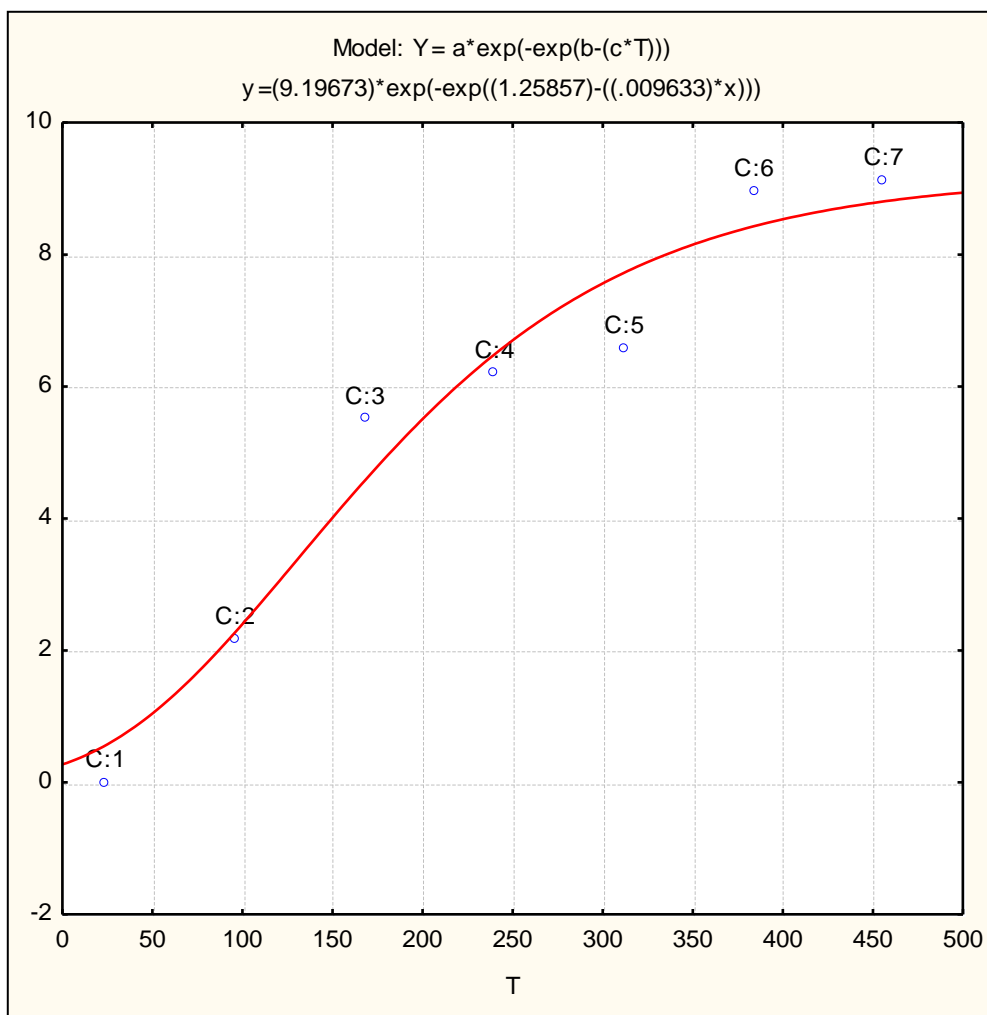
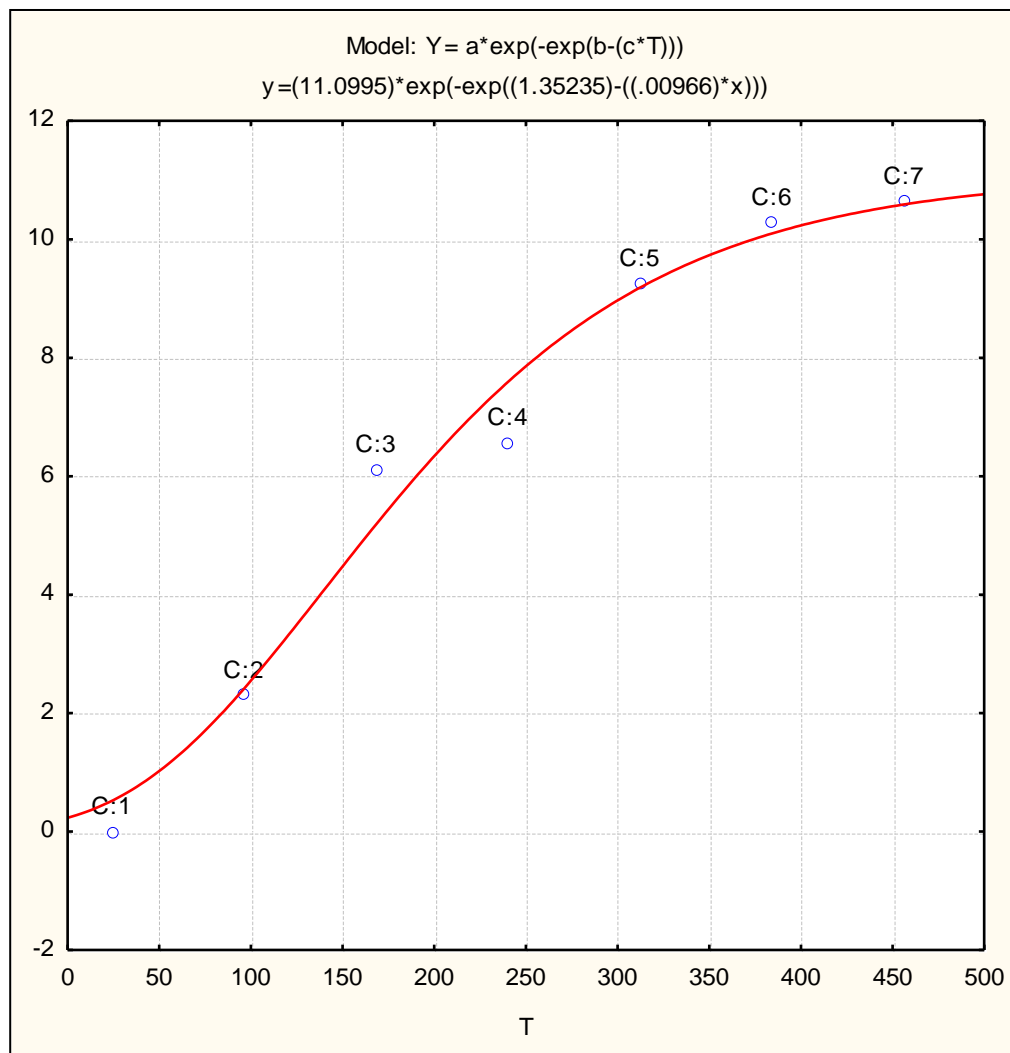




Figura 4.3 muestra la curva de crecimiento microbiano a 30°C según Andino y Castillo (2010), cada microorganismo tiene una temperatura adecuada. Si consideramos la variación de la velocidad de crecimiento en función de la temperatura de cultivo, podemos observar una temperatura mínima por debajo de la cual no hay crecimiento; a temperaturas mayores se produce un incremento lineal de la velocidad crecimiento con la temperatura de cultivo hasta que se alcanza la temperatura óptima a la que la velocidad es máxima. Por encima de esta temperatura optima, la velocidad de crecimiento decae bruscamente y se produce la muerte celular.

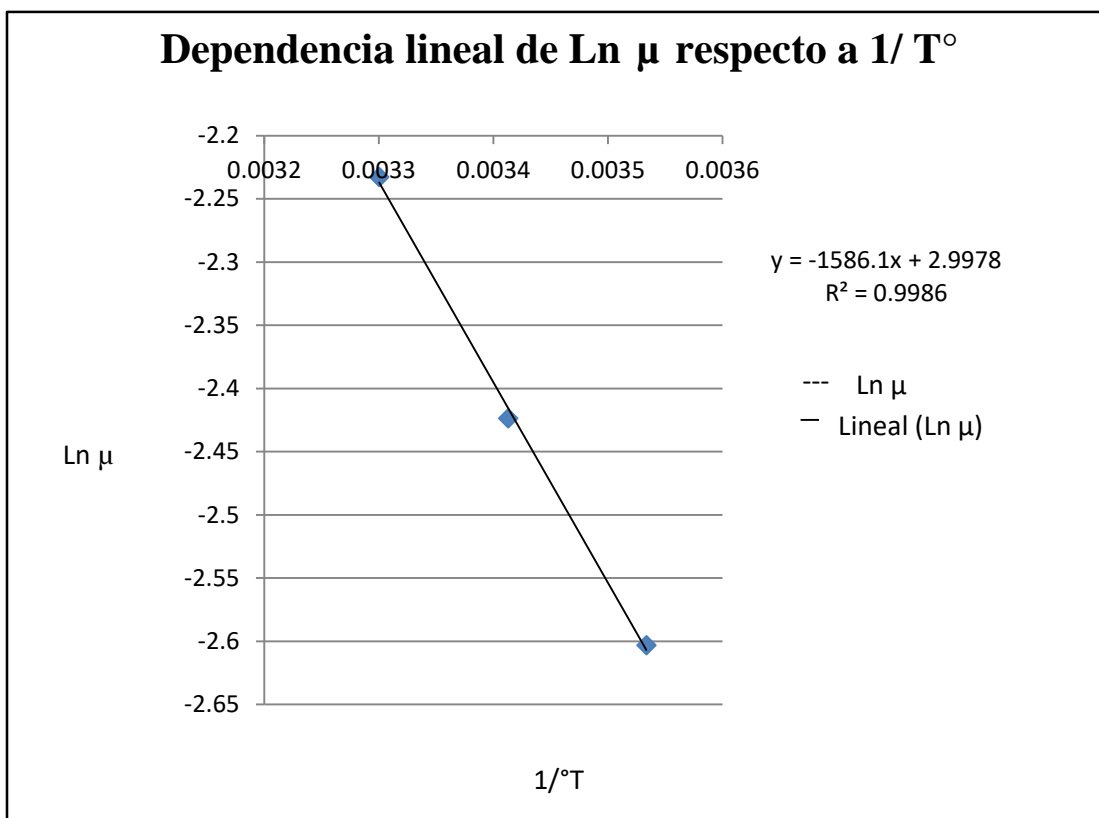
**Figura 4.3. Curva de crecimiento microbiano a 30°C**



**Tabla 4.10. Datos cinéticos**

1/T	Ln $\mu$
0.00353357	-2.60306033
0.00341297	-2.42369696
0.00330033	-2.2328387

**Figura 4.4. Dependencia lineal de Ln  $\mu$  respecto a 1/ T°**



La constante de velocidad de degradación del queso crema es  $\mu = 2.9978 \cdot e^{-1586/T}$ , según la ecuación de Arrhenius, el valor de Ln  $\mu$  varía frente a 1/T según su línea recta. La pendiente de esta es  $-E_a/R$ , despejar, obtenemos el resultado de la energía de activación para la reacción de degradación, igual a 13.1868 kJ/mol k.

Teniendo la ecuación de Arrhenius se realiza lo siguiente:

$$\mu = Ae^{\frac{-Ea}{RT}}$$

$$\ln \mu = \ln A - \frac{Ea}{RT}$$

$$\text{Valor limite : } 1.5 * 10^7$$

$$\ln \mu = 2.9978 - \left( \frac{1586.1}{4+273} \right)$$

$$\ln (1.5 * 10^7) = 16.52356076$$

$$\ln \mu = -2.72819278$$

$$\text{Vida Util} = \frac{16.52356076}{0.06533726} = 253 \text{ horas}$$

$$\mu = 0.06533726$$

Es así que teniendo como valor límite de  $1.5 * 10^7$  se tiene como respuesta 253 horas = 11 días de vida útil del queso crema en investigación, siempre y cuando el producto se conserve en refrigeración a una temperatura de 4°C que es de uso común doméstico.

En la investigación se observó que la calidad microbiológica del queso se altera durante su almacenamiento. Los recuento microbiano muestran que están por encima del valor límite permitido, lo cual muestra la importancia de las buenas prácticas de manufactura y del control microbiológico en del queso crema, ya que sensorialmente el queso es aceptado por los consumidores. Es por ello que en el presente estudio se realizó el recuento de *Lactobacillus Plantarum* es cual comprende la mayoría de los productos de lácteos y lo cual según Lewis *et al.* (1991) las bacterias ácido lácticas producen sustancias con acción antimicrobiana como diacelos, ácidos orgánicos y peróxidos de hidrógeno y la preservación de alimentos por estos agentes no siempre es organolépticamente aceptable.

Según Alejandro y Espinoza (2017) en su investigación llegaron a la conclusión que la estabilidad del queso crema de cabra se llevó a cabo durante los 15 días en refrigeración (4°C), en los cuales se analizó las características microbiológicas, el pH, olor, se puede observar que cumplen con la norma vigente (NTE INEN 1528 - 2012, 2012) lo cual se acerca al dato obtenido durante esta investigación que nos dio con resultado 11 días de vida útil mediante las pruebas aceleradas.

## 4.6 ANÁLISIS DE TEXTURA DEL QUESO CREMA EN ALMACENAMIENTO

En el tiempo transcurrido se evaluó la textura del queso crema con la finalidad de observar sus cambios.

**Tabla 4.11. Textura del queso crema a diferentes temperaturas**

Tiempo(hr)	10°C	20°C	30°
24	0.13 kPa	0.10 kPa	0.06 kPa
96	0.13 kPa	0.10 kPa	0.03 kPa
168	0.14 kPa	0.07 kPa	0.02 kPa
240	0.14 kPa	0.07 kPa	0.02 kPa
312	0.17 kPa	0.04 kPa	0.00 kPa
384	0.10 kPa	0.03 kPa	0.00 kPa
456	0.08 kPa	0.03 kPa	0.00 kPa

El análisis de perfil de textura consiste en una prueba de doble compresión en la cual se someten muestras del queso crema a una compresión lo cual resulta casi siempre la ruptura del producto y los factores que afectan según Tunick (2000) citado por Ramírez y Valéz (2012) que independientemente del origen de la leche, las propiedades físicas del queso se rigen por la interacción de entre las moléculas de la caseína. Entre algunos factores esta porque se debe a su composición química (en particular el contenido de caseína y la distribución de la humedad y la grasa), así mismo como determinadas condiciones medioambientales Johnson y Low (2011) citado por Ramírez y Valéz (2012) y lo cual se tiene presente en este trabajo de investigación puesto que la textura de cada queso crema almacenado a las diferentes temperaturas fue disminuyendo con el pasar de los días.

En cambio, en el atributo textura del queso crema se encontraron diferencias durante su almacenamiento, lo cual indica nuevamente que la textura del queso es una característica sensorial apropiada para medir cambios durante su almacenamiento.

## CONCLUSIONES

- La determinación del análisis fisicoquímicos que se realizó al queso crema se encontró que el pH fue 4.41, porcentaje de humedad fue 49.11%, porcentaje de acidez (ac.láctico) fue 1.52%, porcentaje de grasa fue de 40.62% proteínas fue de 8.46%, cenizas 0.91% y carbohidratos (lactosa) fue de 0.9% y los análisis microbiológicos muestra que el producto es apto para el consumo, lo cual conduce a concluir que el queso crema se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la NTP 202.195 (2004).
- Al realizar el estudio de aceptabilidad para la producción del queso crema en donde se estudio el olor, color, sabor, textura y apariencia se pudo determinar que el queso crema pasteurizado a 70°C por 30 minutos obtuvo la mayor aceptación por los panelistas.
- La ecuación de arrhenius que se utilizó para determinación la vida útil, mediante las pruebas aceleradas y considerando las temperaturas de estudio que fueron 10°C, 20°C y 30°C, se logró determinar un periodo de vida útil del queso crema a partir de leche de cabra presentó una alteración microbiológica suficiente que permitió establecer su periodo de vida útil de 11 días a una temperatura de 4°C y se consideró esta temperatura ya que esta dentro del rango de la NTP 202.195 (2004).

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas de comercialización y estudios de factibilidad del producto para obtener datos más reales sobre una posible inserción del producto en el mercado local.
- Se sugiere contar con un laboratorio de control de calidad con la finalidad de realizar un mejor seguimiento en la producción quesera y así impulsar venta del producto.
- Con el fin de seguir optimizando la producción de queso crema, se recomienda continuar realizando investigaciones sobre calidad de leche de cabra con respecto a la producción en la industria quesera.
- Se sugiere contar con una planta de productos lácteos que cuente con equipos y máquinas de tecnología avanzada y personal capacitado para desarrollar productos a base de leche de cabra.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- ALEJANDRO, C Y ESPINOZA, S. (2017). Evaluación del efecto probiótico (pruebas de viabilidad y antagonismo in vitro) del *L. plantarum* en queso crema de cabra”. Facultad de ingeniería Química. Universidad de Guayaquil.
- A.O.A.C. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. (2005). Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- ANDINA (2015). Caprinos “Piura posee la mayor producción de ganado caprino del Perú”
- ANDINO, F Y CASTILLO, Y. (2010). Microbiología de los Alimentos. Universidad Nacional de Ingeniería.
- ANZULDÚA, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza.
- ARAYA, D. (2012). Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago líder elaborado por empresas tucapel s.a mediante pruebas aceleradas. Tesis de grado para Ingeniería en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago.
- ARAYA, V., GALLO, L., QUESADA, C., CHAVEZ, C Y ARIAS, M. (2008). Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra. Facultad de Microbiología. Universidad de Costa Rica.
- BARRETO, O. (1998). Producción de caprinos. Primera edición. Editores Procaprinos.
- BEJARANO E., BRAVO M., HUAMÁN M., HUAPAYA C., ROCA A Y ROJAS E. (2002). Tabla de composición de alimentos industrializados. Ministerio de salud. Centro nacional de alimentación y nutrición. Lima – Perú.
- BOZA, J Y SANZ, M. (1997). “Aspectos nutricionales de la leche de cabra”. Canales de la real academia de ciencias veterinarias de Andalucía oriental.
- BUXADE, C. (1998). Zootecnia: Base de Producción Animal. Bases de Producción Caprina. España Ed. Acribia.
- CABEZA, E. (2013). Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos.

- CASAS, G; RODRIGUEZ, D Y AFANADOR, H (2010). Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz y su aplicación al crecimiento de los cerdos. Universidad Nacional de Colombia.
- CASTAÑEDA, M; CABRERA, A; VRIES, W Y NAVARRO, Y (2010). Procesamientos de datos y análisis estadísticos. Statistica 7. Software versión 7.
- CASTILLO, A (2006). Evaluación sensorial y tipificación nutricional del queso fresco tipo golosina, elaborado a base de leche de vaca y endulzado con miel de abejas. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- CASTREJÓN , A Y RODRIGUEZ, M. (2009). Calidad de leche de cabra en el ejido Zaragoza en condiciones de pastoreo. (Tesis de grado para Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo.
- COLE, M; GRAM,L; FEBER,J ET AL (2006). La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF). Unión Internacional de Sociedades de Microbiología (IUMS).
- GARCÍA, C Y MOLINA, M. (2008). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Revista de la Universidad de Costa Rica*.
- GARCÍA, O Y OCHOA, M. (1987). Derivados lácteos. Procemiento de quesos blandos. Bogotá.
- LÓPEZ, J. (1953).Ganado Cabrino. 1er Edición. Editorial Salvat S.A Barcelona España. 487 p.
- LÓPEZ, G; MONTENEGRO, L; ZAVALA, M Y LOAYZA, R (2018). Plan de marketing de la línea de quesos paria del “Fundo San Antonio”. Maestría en dirección de marketing y gestión comercial. Universidad san Ignacio de Loyola.
- LUDEÑA, A (2012). Cuantificación de acrilamida en la elaboración de algarrobina. Tesis doctoral. UNP. Piura
- LUDEÑA F. (2008). Derivados de leches de cabra en el Perú. Universidad Agraria La Molina.
- MEJÍA, O; NOGUERA, R Y POSADA, S. (2008). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes.
- MEYER, M. (1987). Manual para educación agropecuaria: “Control de calidad de productos agropecuarios”. Editorial Trillas. México.



- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2017). “Plan nacional de desarrollo ganadero 2017-2027”. Perú
- MONROY, R Y RANGEL, O. (2014). Caracterización microbiológica y química del queso de cabra artesanal de cuatro localidades del sureste de coahuila. (Tesis de grado para ingeniero en ciencia y tecnología de alimentos). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo.
- MONTAÑO, N., SANDOVAL A., CAMARGO S Y SÁNCHEZ J (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes.
- MONTGOMERY, D. (1991). “Diseño y Análisis de Experimentos”, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A., México.
- NTE INEN 1528 – 2012. (2012). Norma general para quesos frescos no madurados. Quito – Ecuador: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.
- NTP 202.001. (2010). Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. Lima – Perú: Norma técnica peruana.
- NTP 202.195. (2004). Leche y productos lácteos. Queso fresco . Requisitos. Lima – Perú: Norma técnica peruana.
- NOVOA, C Y LÓPEZ, N. (2008). “Evaluación de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa”. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Colombia.
- RAMÍREZ, J. (2012). Análisis Sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Universidad del Valle. Cali. Colombia.
- RATKOWSKY, A Y ROSS, T.(1991). Comparison of Arrhenius type and Bélehradek type models for prediction of bacterial growth in foods. J Appll Bacteriol. , 452-459
- REYES, M., GÓMEZ, I., ESPINOZA, C., BRAVO, F Y GANOZA, L. (2009). Tabla peruana de composición de los alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima – Perú.
- RISCO, J. (2015). Elaboración y caracterización de yogurt a partir de leche de cabra (*Capra hircus*) edulcorado con estevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*), frutado con mango (*mangifera indica cv. Kent*) y enriquecido con semillas de chía (*salvia hispánica*). (Tesis de grado para Ingeniería Agroindustrial). Universidad Nacional de Piura. Piura

- ROSADO,T; CORZO,H; MORALES.S; VELASQUEZ,A Y WONG,A (2013). Caracterización fisicoquímica de quesos étnicos del estado de Chiapas. Universidad tecnologica de la selva. Chiapas. México.
- VALENCIA, J Y HERNANDEZ, C. (2006). Obtención de un queso imitación bajo en grasa empleando tres alternativas de formulación. (Tesis grado para Ingeniero de Alimentos). Universidad de la Salle. Bogotá
- VALENCIA *ET AL* (2007). Efecto de sustitutos de grasa en propiedades sensoriales y texturales del queso crema. *Revista Lasallista de Investigación*.
- YARLEQUE, A. (1988). Determinación del punto Crioscópico en la leche y su relación con la acidez, pH, solidos totales de la especie caprina en las zonas periféricas de Piura y Castilla. Tesis Ing. Zootecnista – Piura, Universidad Nacional de Piura.

# ANEXOS

## Anexo 1. Tamaño de muestra.

**TABLA 1- Letras código del tamaño de muestra (Véase el apartado 10.1 y 10.2)**

Tamaño de Lote		Niveles de Inspección Especial				Niveles de Inspección General		
		S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a	8	A	A	A	A	A	A	B
9 a	15	A	A	A	A	A	B	C
16 a	25	A	A	B	B	B	C	D
26 a	50	A	B	B	C	C	D	E
51 a	90	B	B	C	C	C	E	F
91 a	150	B	B	C	D	D	F	G
151 a	280	B	C	D	E	E	G	H
281 a	500	B	C	D	E	F	H	J
501 a	1200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a	3200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a	10000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a	35000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a	150000	D	E	G	J	L	N	P
150 061 a	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y más		D	E	H	K	N	Q	R



## Anexo 2. Planes de muestreo simple para inspección normal.

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP-ISO 2859-1  
30 de 115

**TABLA 2-A - Planes de muestreo simple para inspección normal (tabla general)**

Letra código de tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Límite de calidad aceptable, LCA, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																															
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000						
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re		
A	2																																
B	3																																
C	5																																
D	8																																
E	13																																
F	20																																
G	32																																
H	50																																
J	80																																
K	125																																
L	200																																
M	315																																
N	500																																
P	800																																
Q	1 250																																
R	2 000																																

-  = use el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede el tamaño del lote lleve a cabo inspección 100 %.  
 = use el primer plan de muestreo arriba de la flecha  
 Ac = Número de aceptación  
 Re = Número de rechazo

### Anexo 3. Formato para la evaluación sensorial

#### PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Producto a evaluar: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Frente a usted se presentan tres muestras. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje, escribir el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	ESCALA
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

CODIGO	CALIFICACION PARA CADA ATRIBUTO				
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL
987					
654					
321					

## Anexo 4. Tabla de composición de alimentos.

### G - LECHE Y DERIVADOS

Composición en 100 g de alimentos

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía <ENERG> kcal	Energía <ENERG> kJ	Agua <WATER> g	Proteínas <PRONT> g	Grasa total <FAT> g	Carbohidratos totales <CHOCTF> g	Carbohidratos disponibles <CHOAVL> g	Fibra cruda g	Fibra dietaria <FIBTG> g	Cenizas <ASH> g
G 1	Crema de leche, espesa	345	1443	57,7	2,05	37,0	2,8	2,8	0,0	0,0	0,5
G 2	Crema de leche, rala	195	816	73,8	2,7	19,3	3,7	3,7	0,0	0,0	0,6
G 3	Leche condensada endulzada	322	1347	27,2	7,9	9,2	53,7	53,7	*	0,0	2,0
G 4	Leche en polvo descremada	362	1515	3,2	36,2	0,8	52,0	52,0	0,0	0,0	7,9
G 5	Leche en polvo entera	484	2025	3,9	27,0	26,1	36,1	36,1	0,0	0,0	6,9
G 6	Leche evaporada descremada	79	331	80,0	7,1	0,9	10,5	10,5	0,0	*	1,5
G 7	Leche evaporada entera	133	556	74,5	6,3	7,7	10,9	9,9	*	0,0	1,6
G 8	Leche fresca c./menos de 1% grasa	43	180	90,1	3,5	1,0	4,7	4,7	0,0	*	0,7
G 9	Leche fresca caja entera Plusa	64	268	87,8	3,2	3,2	5,1	5,1	0,0	*	0,7
G 10	Leche fresca de cabra	66	276	87,3	3,2	3,8	5,0	5,0	*	0,0	0,7
G 11	Leche fresca de vaca	63	264	87,8	3,1	3,5	4,9	4,9	*	0,0	0,7
G 12	Leche materna	70	293	87,5	1,0	4,4	6,9	6,9	0,0	0,0	0,2
G 13	Queso fresco de cabra	173	724	65,1	16,3	10,3	3,4	3,4	*	0,0	4,9
G 14	Queso fresco de vaca	264	1105	55,0	17,5	20,1	3,3	3,3	*	0,0	4,1
G 15	Queso mantecoso	396	1657	33,5	28,0	30,0	3,3	3,3	*	*	5,2
G 16	Queso parmesano duro	440	1841	22,2	39,1	30,3	1,8	1,8	*	0,0	6,6
G 17	Yogur de leche entera	61	255	87,9	3,5	3,3	4,7	4,7	0,0	0,0	0,7
G 18	Yogur frutado de leche semidescremada	97	406	73,8	4,1	2,8	18,5	18,2	0,0	0,3	0,8
G 19	Yogur frutado leche descremada	95	397	75,4	4,4	0,2	19,0	19,0	0,0	0,0	1,0
G 20	Yogur natural leche descremada	56	234	85,2	5,7	0,2	7,7	7,7	0,0	0,0	1,2

## Anexo 5. Imágenes de los análisis fisicoquímicos de la materia prima.

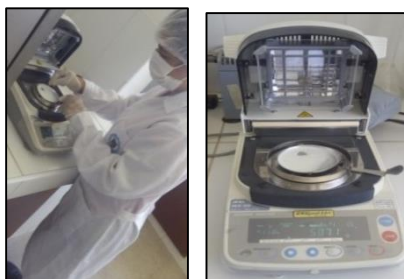
pH de la leche de cabra



Acidez titulable de leche



Porcentaje de humedad en la leche de cabra



Densidad de leche de cabra



Cenizas en leche de cabra



Determinación grasa de la leche de cabra mediante el método de Gerbet.



Determinación de proteínas



## Anexo 6. Imágenes de los análisis fisicoquímicos del queso crema.

Determinación ph del queso crema



Determinación acidez del queso crema



Determinación de porcentaje de grasa del queso crema



Determinación de proteínas







### **Determinación de humedad del queso crema**



### **Determinación de textura con el penetrómetro.**



### **Anexo 7. Imágenes del análisis sensorial del queso crema**





## Anexo 8. Resultados Análisis sensorial

### 8.1. Resultados de análisis sensorial. Calificación del olor

RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL. CALIFICACION DEL OLOR			
JUECES	MUESTRAS(TRATAMIENTOS)		
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
1	4	3	2
2	4	4	2
3	3	3	3
4	3	4	3
5	4	4	3
6	4	3	2
7	4	4	2
8	4	4	1
9	4	4	2
10	4	4	4
11	4	4	2
12	4	3	2
PROMEDIO	3.833	3.67	2.333

### 8.2. Resultados de análisis sensorial. Calificación del color

RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL.CALIFICACION DEL COLOR			
JUECES	MUESTRAS(TRATAMIENTOS)		
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
1	5	5	2
2	5	4	3
3	5	3	3
4	4	3	3
5	5	4	3
6	4	4	4
7	5	5	5
8	5	5	5
9	5	4	5
10	5	5	5
11	5	5	4
12	5	5	5
PROMEDIO	4.833	4.333	3.917

### 8.3. Resultados de analisis sensorial. calificacion de sabor

RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL. CALIFICACION DE SABOR			
JUECES	MUESTRAS(TRATAMIENTOS)		
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
1	4	5	2
2	3	4	2
3	4	3	3
4	4	5	2
5	3	4	3
6	4	5	3
7	3	4	2
8	5	4	3
9	3	4	2
10	4	4	1
11	4	5	2
12	5	4	2
TOTAL	46	51	27
PROMEDIO	3.833	4.25	2.25

### 8.4. Resultados de analisis sensorial. calificacion de textura

RESULTADO DE ANAISIS SENSORIAL. CALIFICACION DE TEXTURA			
JUECES	MUESTRAS(TRATAMIENTOS)		
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
1	4	5	1
2	4	5	2
3	4	5	2
4	3	4	2
5	4	5	3
6	5	5	2
7	4	5	3
8	4	4	4
9	3	4	2
10	5	5	2
11	4	5	2
12	3	4	2
PROMEDIO	3.92	4.67	2.25

### 8.5. Resultados de análisis sensorial. Apariencia en general

RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL. APARIENCIA EN GENERAL			
JUECES	MUESTRAS		
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
1	4	4	3
2	5	4	3
3	3	4	2
4	3	5	2
5	5	4	4
6	5	4	3
7	4	5	3
8	4	4	4
9	4	5	3
10	4	5	4
11	4	5	2
12	4	5	4
PROMEDIO	4.083	4.5	3.083

### 8.6. Comparación de datos de los análisis sensorial del queso crema.

CARACTERISTICAS SENSORIAL	QUESO CREMA		
	1° MUESTRA	2° MUESTRA	3° MUESTRA
OLOR	3.883	3.67	2.333
COLOR	4.833	4.333	3.917
SABOR	3.833	4.25	2.25
TEXTURA	3.92	4.67	2.25
APARIENCIA GENERAL	4.083	4.5	3.083

Muestra que mayor aceptabilidad fue la segunda muestra. La cual es la elaborada a una temperatura de 70° por un tiempo de 30 minutos.

## Anexo 9. Norma Técnica peruana. Leche cruda, requerimientos físicos - químicos

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

1/TP 202.001  
6 de 8

TABLA 1 – Requisitos Físico-químicos

Ensayo	Requisitos	Método de ensayo
Materia grasa (g/100g)	Mínimo 3,2	NTP 202.028 FIL-IDF 1D
Sólidos no grasos (g/100g)	Mínimo 8,2	*
Sólidos totales (g/100g)	Mínimo 11,4	NTP 202.118
Acidez, expresada en g. de ácido láctico (g/100 g)	0,13-0,17	NTP 202.116
Densidad A 15°C (g/mL)	1,0296 -1,0340	NTP 202.007 NTP 202.008
Índice de refracción del suero, 20 °C	Mínimo 1,34179 (Lectura refractométrica 37,5)	NTP 202.016
Ceniza total (g/100g)	Máximo 0,7	NTP 202.172
Alcalinidad de la ceniza total (mL de Solución de NaOH 1 N)	Máximo 1,7	NTP 202.172
Índice crioscópico	Máximo - 0,540°C	NTP 202.184
Sustancias extrañas a su naturaleza	Ausencia	++
Prueba de alcohol (74 % v/v)	No coagulable	NTP 202.030
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Mínimo 4 horas	NTP 202.014

(\*) Por diferencia entre los sólidos totales y la materia grasa

(\*\*) Métodos mencionados en los apartados 2.2.11 al 2.2.20.

**4.4 Requisitos microbiológicos:** La leche cruda debe cumplir con los siguientes requisitos:

## Anexo 10. Norma Técnica peruana. Queso fresco. requerimientos físicos - químicos

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 202.195  
5 de 8

6.1.5 La grasa y las proteínas lácteas de los quesos frescos no podrán ser sustituidas por elementos de origen no lácteo.

6.1.6 Los quesos frescos deberán conservarse bajo condiciones de refrigeración, a temperaturas entre 2 °C y 8 °C, hasta su consumo.

### 6.2 Requisitos físico-químicos

TABLA 1 - Requisitos físico-químicos

ROBERTO SALAZAR RIOS  
Ing. en Industrias Alimentarias  
Registro CIP 21332

Requisitos	Elaborado a base de leche entera	elaborado a base de leche parcialmente descremada	elaborado a base de leche descremada	metodos de ensayo
Materia grasa en el extracto seco (% m/m)	≥ 40	≥ 15	< 15*	FIL-IDF 5B:1986
Humedad (% m/m)	≥ 46	≥ 46	≥ 46	**
Prueba de fosfatasa (unidades)	máx.2	máx.2	máx.2	AOAC 979.13, 17 <sup>th</sup> Ed. 2000, Pag. 36.

\* En los casos de los quesos Cottage y Ricotta el porcentaje de grasa deberá cumplir los siguientes parámetros:  
Cottage, deberá ser menor de 6 %.  
Ricotta, deberá ser igual o mayor que 12 % pero menor que 15 % y el Ricotta hecho solamente de suero de leche debe ser igual o menor que 1,5 %.

\*\* Se obtiene por diferencia a 100 del extracto seco, determinado por el método FIL-IDF 4A:1982.

### 6.3 Aditivos alimentarios

Se podrán utilizar los aditivos alimentarios permitidos en el Codex Alimentarius en su versión vigente para este grupo de productos, así como aquellos permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente.

# Anexo 11. Norma Tecnica peruana.Queso fresco.requisitos microbiologicos.

NORMA TECNICA  
PERUANA

NTP 202.19  
6 de 8

## 6.4 Requisitos microbiológicos

TABLA 2 - Requisitos Microbiológicos

REQUISITOS	n	m	M	c	MÉTODOS DE ENSAYO
Numeración de coliformes a 30 °C/ g	5	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	2	FIL-IDF 73B:1998
Numeración de coliformes a 45 °C/ g	5	10	10 <sup>2</sup>	2	APHA:1992 C.24
Numeración de Estafilococos coagulasa positivos/ g	5	10	10 <sup>2</sup>	1	FIL-IDF 145A:199
Detección de <i>Salmonella</i> sp / 25 g	5	0	-	0	FIL-IDF 93B:1995
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> / 25 g	5	0	-	0	BAM/FDA:1995

## 7. INSPECCIÓN, MUESTREO

La inspección y muestreo se realizarán de acuerdo a lo estipulado en la norma FIL-IDF 113A.

## 8. ENVASE Y ROTULADO

### 8.1 Envase

Los envases a utilizarse serán de materiales adecuados para la conservación y manipulación del producto. No deberán transmitirle sabores, colores ni olores extraños y podrán ser de dimensiones y formas variadas.

## Anexo 12. Análisis microbiológicos del queso crema



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Pág. 1 / 1

#### INFORME DE ENSAYO N° 072-2018

SOLICITANTE : YOBELY ARMANDA BARDALES FLORES  
DOMICILIO LEGAL : AV. CIRCUNVALACIÓN MZ B5 LOTE 15. AH. NUEVA ESPERANZA - PIURA  
PRODUCTO DECLARADO : **Queso crema**  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Tesis "Determinación del período de vida útil en queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas"  
CANTIDAD DE MUESTRA : 1 muestras x 500g c/u  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envase de polipropileno, temperatura ambiente  
MUESTREO : Muestreo realizado por el solicitante  
DOCUMENTO NORMATIVO : NTP 202.195. Leche y productos lácteos. Queso fresco. Requisitos  
FECHA DE RECEPCIÓN : 12-06-2018  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 12-06-2018  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 20-06-2018

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Coliformes totales a 30°C (ufc/g)	0.5x10	100
Coliformes termotolerantes a 45°C (NMP/g)	<3	10
Staphylococcus aureus (ufc/g)	0	10
Salmonella sp(P o A/25g)	Ausencia	0
Listeria monocytogenes (P o A/25g)	Ausencia	0

#### CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastados, se concluye que **ES CONFORME**, respecto a los documentos normativos del presente Informe.

#### MÉTODOS

Coliformes totales: ICMSF Método 1, Pág. 137, 2 da Ed., Reimpresión 2000  
Escherichia coli: ICMSF Método 1, Pág. 137, 2 da Ed., Reimpresión 2000  
Staphylococcus aureus: ICMSF, Método 1, Pág. 231-238 2da Ed. Reimpresión 2000  
Salmonella sp: ICMSF Pág. 172-176 Ítem 10: (a) y (c), 177 II - 178 III, 2da Ed. Reimpresión 2000  
Listeria monocytogenes: FDA/BAM Online 8th Ed.Rev.A/1998. March 2017-Chapter 10

Piura, 21 de junio del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ING. HUALTER LEYTON MASIAS M.Sc.  
JEFE  
CIP: 22890

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
labocontrolfip@unp.edu.pe  
atencioncliente.labofip.unp@gmail.com